ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೧ ಸಂಚಿಕೆ ೪

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮೈಸೂರು

೧೯೭೯

ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು

೧. ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಲೇಖನಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬರೆದ ಲೇಖನಗಳ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಪರಿಚಯಾತ್ಮಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗುವುದು. ಅನುವಾದವಾಗಿದ್ದರೆ ಮೂಲಲೇಖಕರ ಮತ್ತು ಲೇಖನದ ಹೆಸರನ್ನೂ ಲೇಖನದ ಆಕರವನ್ನೂ ತಿಳಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ಮೂಲ ಲೇಖಕರ ಅಥವಾ ಪ್ರಕಾಶಕರ ಸಮ್ಮತಿಯನ್ನು ಲೇಖನದ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು.

೨. ಇತರ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ ಪ್ರಕಟವಾಗಲಿರುವ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಥ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಕಳುಹಿಸಬಾರದಾಗಿ ವಿನಂತಿ.

೩. ಲೇಖನವನ್ನು ಕಾಗದದ ಒಂದೇ ಕಡೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬರೆದಿರಬೇಕು, ಇಲ್ಲವೇ ಟೈಪು ಮಾಡಿರಬೇಕು. ಲೇಖನದೊಂದಿಗೆ ಲೇಖಕರ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಕರಡು ತಿದ್ದುವ ಅವಕಾಶ ನೀಡಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸಂದಿಗ್ಧತೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಅವಕಾಶ ಕೊಡಕೂಡದು.

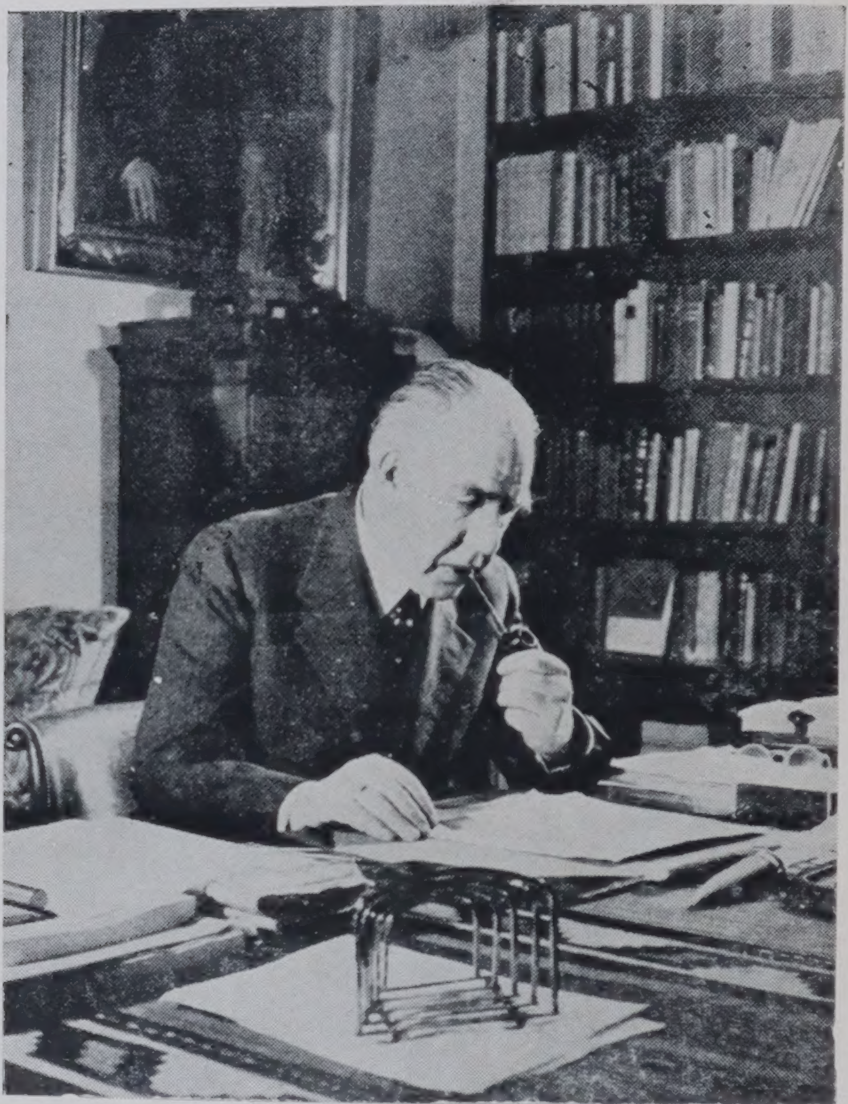
೪. ಲೇಖನಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರಗಳೇನಾದರೂ ಅವಶ್ಯವಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಚಿತ್ರಕಾರರ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಇಂಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಬರೆಸಿ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಅದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಕಟಿತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಬಹುದಾದ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಸಬೇಕು.

೫. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಲೇಖನದ ೨೫ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪ್ರತಿ ಬೇಕಾದವರು ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ವಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

೬. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಾಗುವುದು. ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನೂ ಓದುಗರ ಪತ್ರಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಅಥವಾ ಬಿಡುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಪಾದಕರಿಗೇ ಸೇರಿದೆ.

೭. ಕನ್ನಡ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗುವುದು. ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವವರು ಎರಡು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.

೮. ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೂ ಕಳುಹಿಸುವವರು **ಸಂಪಾದಕರು, ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು**-೧೨ ಎಂಬ ವಿಳಾಸಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.



ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್ (1885–1962)

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೧ ಸಂಚಿಕೆ ೪

ಅಕ್ಟೋಬರ್ ಸಂಚಿಕೆ

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೭೯

VIJNANA KARNATAKA, Kannada quarterly of the University of Mysore. Volume 11, Number 4, October 1979. Edited by Dr. B. V. Govindarajulu and Dr. H. Sanjeeviah

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಹಾ. ಮಾ. ನಾಯಕ

ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಬಿ. ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು
ಡಾ. ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ನಮ್ಮ ಲೇಖಕರು

ಡಾ. ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

ಪ್ರವಾಚಕ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು–6

ಶ್ರೀ ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಸಂಪಾದಕರು, ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವಕೋಶ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು–6

ಶ್ರೀ ಎಂ. ಜಿ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್

ಅಸಿಸ್ಟೆಂಟ್ ಎಗ್ಜಿಕ್ಯೂಟಿವ್ ಇಂಜಿನಿಯರ್ (ಸಿವಿಲ್) ಇ–40, ಅಂಬೇಡ್ಕರ್ ರಸ್ತೆ ಬ್ಲಾಕ್ 27, ನೈವೇಲಿ–607 803

ಶ್ರೀ ಗಿರಿಜಾಶಂಕರ ಪಿಂಗಳೆ

ನಿರಾವಯವ ಮತ್ತು ಭೌತರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಮಂದಿರ ಬೆಂಗಳೂರು–12

ಡಾ. ಪಿ. ಜಿ. ರಾಮಪ್ಪ

ಅಧ್ಯಾಪಕ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು–6



ಭಾರತದ ಪ್ರಧಾನಿ ಜವಾಹರಲಾಲ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಬೋರ್

ಡಾ. ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್

ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್ ಅವರು 1885ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 7ರಂದು ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ರಾಜಧಾನಿ ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು. ಅವರ ತಂದೆ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಬೋರ್ ಕೋಪನ್ ಹೇಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಶರೀರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ತಾಯಿ ಎಲೆನ್ ಆಡ್ಲರ್ ಒಳ್ಳೆಯ ಸುಸಂಸ್ಕೃತೆ ಮಹಿಳೆಯಾಗಿದ್ದರು. ಅವರು ಶ್ರೀಮಂತ ಯಹೂದಿ ಮನೆತನಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ್ದರು. ತಂದೆ ತಾಯಿ ವಿದ್ಯಾಪ್ರೇಮಿಗಳಾಗಿದ್ದು ಮಕ್ಕಳ ಸ್ವಭಾವಸಿದ್ಧ ಪ್ರತಿಭೆ ಅರಳಲು ಅನುಕೂಲವಾದ ಪರಿಸರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದರು; ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದುದರ ಜೊತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಕೆರಳುವಂತೆ ಅವರ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆದು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಬೋರ್ ಅಂಥ ಚುರುಕುಬುದ್ಧಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೇನೂ ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ; 1903ರಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮೆಲ್‌ಹೋಮ್ ವ್ಯಾಕರಣ ಶಾಲೆಯಿಂದ ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪಾಸುಮಾಡಿದಾಗ ಅವನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಯಾರ ಗಮನವನ್ನೂ ಸೆಳೆಯಲಿಲ್ಲ. ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವನ್ನು ಸೇರಿ ಅವನು ಓದು ಮುಂದುವರಿಸಿದ. ಅಲ್ಲಿ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಿದ್ದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸಿ. ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್‌ಸನ್ ಅವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಅವನಿಗೆ ದೊರೆಯಿತು. 1909ರಲ್ಲಿ ಮಾಸ್ಟರ್ಸ್ ಪದವಿಯನ್ನೂ, 1911ರಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಯನ್ನೂ ಅವನು ಪಡೆದ. ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗಾಗಿ ಅವನು ಬರೆದ ಸಂಶೋಧನ ಪ್ರಬಂಧ ಲೋಹಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿತ್ತು.

ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಲರ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಹೊರನೋಟಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಕಾಣುವ ಕಾಂತೀಯ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತೀಯ ಭೌತಘಟನೆಗಳನ್ನು ಏಕೀಕರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಫಲವಾಗಿತ್ತು. ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಎಂಬುದು ಅದರಿಂದ ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತ್ತು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಆಂದೋಳಿಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ರಶ್ಮಿಯ ಪ್ರಸಾರವಾಗಬೇಕೆಂಬ ಅದರ ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿಯನ್ನು ಫ್ರಾಂಕ್ ಮತ್ತು ಹರ್ಟ್ಸ್ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದರು. ಇಷ್ಟು ಭದ್ರವಾದ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪನೆ

ಗೊಂಡಿದ್ದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕದಲಿಸುವುದು ಅಥವ ಅದು ಒಂದು ಉಪಯುಕ್ತ ಮಿತಿ ಎಂದು ತೋರಿಸುವುದು ಸುಲಭವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಬೋರ್ ಮಾಡಿದ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ಆವರ್ತ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕಲ್ಪನೆಯಿಂದ ಲೋಹಗಳ ಕಾಂತತ್ವ, ವಾಹಕತ್ವ ಮುಂತಾದ ಗುಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ಇದು ಸೋಲುತ್ತದೆಂದು ತೋರಿಸಿದವು. ಅವನು ಸಾಧಿಸಿದ ಒಂದು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ವಿಜಯ ಇದು ; ಮುಂದಿನ ಅವನ ಆಲೋಚನೆಗಳ ಮೇಲೆ ಇದರ ಪರಿಣಾಮ ಗಾಢವಾಗಿತ್ತು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗಲೆ ಬೋರ್ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಒಂದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಮತ್ತು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದ. ಕಂಪಿಸುವ ನೀರಿನ ಧಾರೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದಾಗಿತ್ತು ಅವನ ಗುರಿ. ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಅವನಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಕಾಡೆಮಿಯ ಚಿನ್ನದ ಪದಕ ಸಿಕ್ಕಿತು; ಸಂಶೋಧನೆಯ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ನಡವಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದವು.

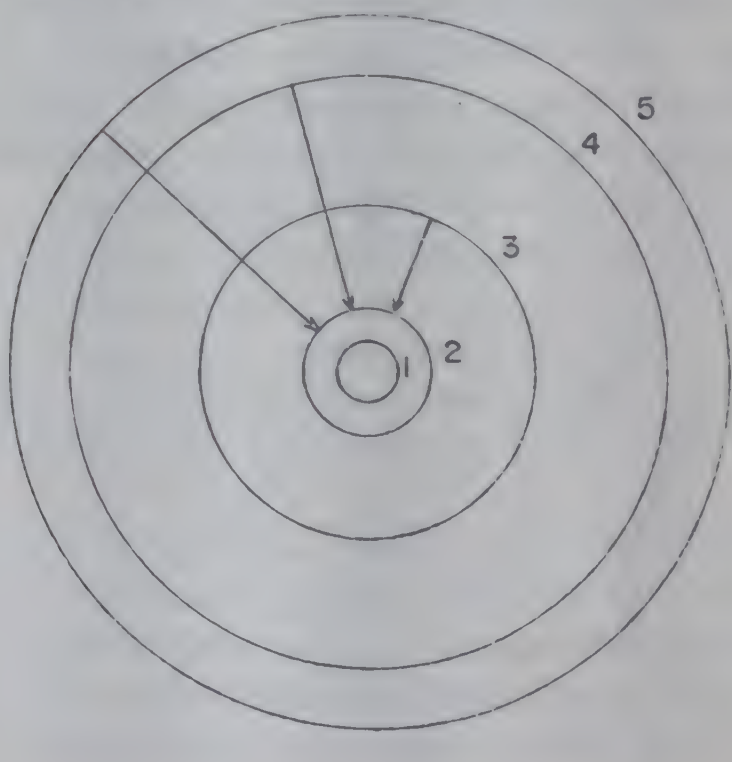
ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಕಾಲ ಅದು. ಸರ್. ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಂಪ್ಸನ್ ಅವರು ಅಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯರಾಗಿದ್ದರು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿ ಅದರ ಕಣಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ, ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನೂ (e/m) ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಅವರು ಪ್ರಖ್ಯಾತಿ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಅವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವ ಆಸೆಯಿಂದ ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ದತ್ತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ವೇತನ ಪಡೆದು 1911ರ ಶರತ್ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೋರ್ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ. ಥಾಂಪ್ಸನ್ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ನಂಬಿಕೆ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದವರು. ಕಲ್ಲಂಗಡಿಹಣ್ಣಿನಂಥ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿ ಕೃತಿಯನ್ನು ಅವರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದರು. ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಒಂದು ಮುದ್ದೆಯಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಂಗಡಿ ಹಣ್ಣಿನ ಬೀಜಗಳಂತೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿದ್ದು, ಅವುಗಳು ಆಂದೋಳಿಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಸರ್ಜನೆ ಅಥವಾ ಹೀರಿಕೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಂದು ಅವರು ವಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಅವರ ವಾದದ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆಸಿದ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ಸೋಲಿಗೆ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಕೊರತೆ ಕಾರಣವೆಂದು ಅವರು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಆಗಲೇ ಮನಗೊಂಡಿದ್ದು, ಅದನ್ನು ಅಣ್ವಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ವಿವರಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟುಬಿಡಬೇಕೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದ ಬೋರ್ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಉಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಅವನು 1912ರ ವಸಂತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರಿನಲ್ಲಿದ್ದ ರದರ್ಫರ್ಡ್ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯನ್ನು ಸೇರಿದ.

ರದರ್ಫರ್ಡ್ ಅವರು ತಾವು ನಡೆಸಿದ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಚದರಿಕೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ "ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ" ಪ್ರತಿಕೃತಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದರು. ಈಗ ಎಲ್ಲರೂ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿರುವ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿಯ ಮೂಲರೂಪ ಇದು. ಥಾಂಪ್ಸನ್ ಅವರ ಪ್ರತಿಕೃತಿಯಂತಿರದೆ ಇದು ಬಲು ಟೊಳ್ಳಾಗಿದೆ. ಇದರ ಕಲ್ಪನೆಯಂತೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶದ ಸಿಂಹಪಾಲ ಇರುವುದು ತಿರುಳಲ್ಲಿ ; ಹೊರಗಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ಸಮತೋಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟರಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ನಿಜವಾಗಿ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮಡಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆ ಇಲ್ಲ. ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಮತ್ತು ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದ ನ್ನೊಂದು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ; ಆಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ತಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಸುತ್ತ, ಒಂದು ಗ್ರಹ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವಂತೆ, ತಿರುಗಬೇಕು. ವೃತ್ತಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಯಾವುದೆ ಕಾಯವಾಗಲಿ ಅದು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೇರೆಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿತ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸಬೇಕು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತ, ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದು ಕೊಂಡು, ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆವರಣದಲ್ಲಿ, ಹ್ಯಾಗೆ ನೋಡಿದರು, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ದುಸ್ಸಾಧ್ಯ. ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರಿನಲ್ಲಿ ಬೋರ್ ಏಕಾಗ್ರಚಿತ್ತನಾಗಿ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಆಲೋಚಿಸಿದ. ಸಂಕೋಚ ಸ್ವಭಾವದ ಈ ತರುಣನಲ್ಲಿ ಅಸಮಾನ್ಯ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ರದರ್ಫರ್ಡ್ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದರು.

ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರಿನಿಂದ ಹಿಂತಿರುಗಿದಮೇಲೆ ಬೋರ್ ಅವರ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ಚಿತ್ರವೆ ತುಂಬಿತ್ತು. ಆಗಸ್ಟ 1ರಂದು ಮಾರ್ಗತೆ ನಾರ್ ಲಂಡ್ ಎಂಬ ಕನ್ಯೆಯ ಜೊತೆ ಅವರ ಮದುವೆ ನಡೆಯಿತು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅವರು ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕ ವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಮೂಡಿದ ಭಾವನೆಗಳಿಗೆ ಖಚಿತ ರೂಪುಕೊಡಲು ಈಗ ಅವರು ತವಕ ಪಟ್ಟರು.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವಿನ ಬೆರಳಚ್ಚು ಅದರ ರೋಹಿತ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ರೋಹಿತಗಳು ಬಹಳ ತೊಡಕಾದ ರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕೃತಿಯ ಗುಟ್ಟು ಅಡಗಿರುವುದು ಎಂದು ಬೋರ್ ತರ್ಕಿಸಿದರು. ಸ್ನೇಹಿತರೊಂದಿಗೆ ಮಾತಾಡುವಾಗಲೆಲ್ಲ ಅವರು ರೋಹಿತಗಳ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯನ್ನೂ, ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯನ್ನೂ ಕುರಿತು ವಿಚಾರವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿ

ಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು, ಆಗ ಅವರಿಗೆ ಬಾಮರ್ ಮತ್ತು ರಿಡ್ಬರ್ಗ್ ಅವರ ಕೆಲಸಗಳ ಪರಿಚಯವಾಯಿತು. ರೋಹಿತಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ ಗೆರೆಗಳು ಶಕ್ತಿಯ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವಿನಿಮಯಕ್ಕೆ ಹೊರತಾಗಿದ್ದವು. ಇದು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಅವರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆಯೂ ಇತ್ತು. ಇಷ್ಟನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಮೇಲೆ ಬೋರ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಇದ್ದ ತೊಡಕನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಎರಡು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಆಧಾರ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಒಂದು ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟುದು : ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಕೆಲವು ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಹುದು. ಅಂಥ ಒಂದು ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದಿಲ್ಲ ಅಥವ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ಗತಿಸ್ಥಿತಿಯ ವಿವರಣೆ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯದು ಅನುಮತಿಯುಳ್ಳ ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟುದು : ಯಾವುವೆ ಎರಡು ಅನುಮತಿಯುಳ್ಳ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬದ್ಧವಾದುದಲ್ಲ. ಈ ಆಧಾರ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ವಿಸ್ತೃತ ವಿವರಣೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ನಿಬಂಧನೆಗಳು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ : ಒಂದು ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ $n\hbar$ಗೆ ಸಮವಿರುತ್ತದೆಂಬುದು. ಇಲ್ಲಿ $n=1, 2, 3, \ldots\ldots$ ಇತ್ಯಾದಿ;



$\hbar$ = ಪ್ಲಾಂಕನ ನಿಯತಾಂಕ $(h)/2\pi$. ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆ $h\nu = E_n - E_m$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು. ಇಲ್ಲಿ E_n ಮತ್ತು E_m ಗಳು ಗತಿ ಸ್ಥಿತಿ n ಮತ್ತು m ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸೂಚಿಸುವ ಸ್ಥಾಯಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಪರಮಾಣು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಶಕ್ತಿಗಳು. $E_n > E_m$ ಆಗಿದ್ದರೆ ಸಮೀಕರಣ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನೂ, $E_n < E_m$ ಆಗಿದ್ದರೆ ಹೀರಿಕೆಯನ್ನೂ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೋರ್ ಅವರ ಆಧಾರ ಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಮನ್ನಣೆ ದೊರೆತದ್ದು ಅವುಗಳಿಂದ ಜಲ ಜನಕದ ರೋಹಿತಗಳಿಗೆ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟುದರಿಂದ. ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪ್ರೋಟಾನು ; ಇದರ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಒಂದು ಧನ ಏಕಕ ವಿದ್ಯುದಂಶ $+e$. ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ $-e$. ಮೊದಲ ಉಪಸಮದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿ ಯದ ದ್ರವ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಅನಂತ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆಗ ಪರಮಾಣು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಗತಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಸಾಕು. m ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ, v ಅದರ ಜವ, r ಅದಕ್ಕು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಕ್ಕು ಇರುವ ದೂರ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ, ಈಗ ಕೂಲಂಬನ ನಿಯಮದಂತೆ ಕಣಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಅಭಿಕೇಂದ್ರಬಲವನ್ನು ಸಮೀಕರಿಸಿ.

$$-\frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \qquad 1$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ

$$E_n = \tfrac{1}{2} mv^2 - \frac{e^2}{r} \qquad 2$$

ಅದರ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ

$$mvr = n\hbar \qquad 3$$

ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ

$$E_n = -\frac{me^4}{2\hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2} \qquad 4$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ $n = 1, 2, 3 \ldots$ ಇತ್ಯಾದಿ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಗತಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು m ಇಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ

$$E_m = -\frac{me^4}{2\hbar^2} \cdot \frac{1}{m^2} \qquad 5$$

ಸಮೀಕರಣ (4)ನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ, ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಶಕ್ತಿ n ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರಲಿ. ಆಗ

$$hv_{nm} = E_n - E_m$$

ಅಥವ

$$v_{nm} = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad 6$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ರೋಹಿತ ಸರಣಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಈ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು

$$v_{nm} = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad 6a$$

ಎಂದು ಬರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಇಲ್ಲಿ $R = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3}$. ಇದನ್ನು ರಿಡ್ಬರ್ಗ್ ನಿಯತಾಂಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಬೋರ್ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದಲೂ ಇದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಈ ಎರಡು ಬೆಲೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತೀರಾ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವುದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಬೋರ್ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬೇಗ ಮನ್ನಣೆ ಸಿಕ್ಕಿತು; ಮೊದಲು ವಿರೋಧ ತೋರಿಸಿದವರೂ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ತೆಪ್ಪಗಾದರು. ಬೋರ್ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿದ್ದ ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿ ಸಾಮರ್‌ಫೆಲ್ಡ್ ಮತ್ತು ಪೌಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಗೆ ಅಲುಗದ ಅಡಿ ಪಾಯ ಹಾಕಿದರು. ಶ್ರೋಡಿಂಗರ್, ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಡಿರಾಕ್ ಅವರು ಬೆಳೆಸಿದ ಅಲೆಮೆಕ್ಯಾನಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲೂ ಈ ಮೂಲ ಸ್ವರೂಪ ಉಳಿದೆ ಇದೆ.

ಬೋರ್ ಅವರ ಪರಮಾಣು ರಚನೆ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಫಿಲಾಸಫಿಕಲ್ ಮ್ಯಾಗಜಿನ್ನಿನ ಮೂರು ಸಂಚಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಈ ಚಿತ್ರದಿಂದ ರಶ್ಮಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಹೀರಿಕೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದುದೆ ಅಲ್ಲದೆ ಧಾತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಮೋಸ್ಲೆ ಅವರು ವಿವಿಧ ಧಾತುಗಳ ಎಕ್ಸ್–ಕಿರಣಗಳ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಆವರ್ತ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ನೆಲೆಗಟ್ಟನ್ನು ಕೊಡಲು ನೆರವಾದುದೂ ಈ ಚಿತ್ರವೆ.

ರದರ್ಫರ್ಡ್ ಅವರ ಆಹ್ವಾನವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಬೋರ್ 1914 ರಿಂದ 1916ರ ವರೆಗೆ ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರಿನ ವಿಕ್ಟೋರಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ನಂತರ ಕೋಪನ್ ಹೇಗನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಅವರು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ನೇಮಕಗೊಂಡರು. ಡೆನ್ಮಾರ್ಕ್ ದೇಶದ ಸರ್ಕಾರ 1920ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅವನ್ನು ಅವರ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಿತು. ಅನೇಕಮಂದಿ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು.

ಯಾವುದೇ ಹೊಸಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಲಿ ಅದು ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಹೊಂದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂದು ಬೋರ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗೆ ಅನುರೂಪತೆ ನಿಯಮ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೊದಲ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಈ ನಿಯಮ ತುಂಬ ನೆರವಾಯಿತು. ಇದರ ಸಮಂಜಸತೆಗೆ ನಾವು ಸಮೀಕರಣ (6a)ಯನ್ನೆ ನೋಡಬಹುದು. ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಪರಮಾಣು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೊರಸೂಸುವ ರಶ್ಮಿಯ ಕಂಪನಾಂಕವನ್ನು

$$v \alpha \frac{1}{n^3} \qquad 7$$

ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ n ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಸಮೀಕರಣ (6a)ಯಲ್ಲಿ $m=n$ ಎಂದೂ, ಎರಡನೆ ಪದದಲ್ಲಿ n ಗೆ ಬದಲಾಗಿ $(n+1)$ ಎಂದು ಬರೆದು

$$v = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2}\right) \qquad 6b$$

ಎಂದು ಬರೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ

$$v = R \frac{1}{2n^3}$$

ಅಥವ

$$v \alpha \frac{1}{n^3} \qquad 8$$

ಎಂದು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅಂದರೆ n ತೀರಾ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯಾದಾಗ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಪಡೆದ ಫಲ ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದಿಂದ ಪಡೆದ ಫಲಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದ ಹಾಗಾಯಿತು. n ಅನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ದೊಡ್ಡ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಫಲಗಳು ಅಭಿಜಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಫಲಗಳಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತವೆಂದೂ ನಾವು ಅನುರೂಪತೆ ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಬಹುದು.

1925ರಲ್ಲಿ ಲೂಯಿ ಡಿಬ್ರಾಯಿ ಅವರು ಕಣಗಳಿಗೂ ಅಲೆಯ ಗುಣ ಇದೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಜಿ. ಪಿ. ಥಾಂಪ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಸಿ. ಡೇವಿಸನ್ ಮತ್ತು ಎಲ್. ಎಚ್. ಜರ್ಮರ್ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಇದನ್ನು ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಿದವು. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ದೂಲಗಳು ಬೆಳಕಿನ ದೂಲಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು, ಬೆಳಕು ಕಣಗಳ ಸಮೂಹದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದು ಅಷ್ಟರಲ್ಲಾಗಲೆ ಸ್ಥಿತಿಪಟ್ಟಿತ್ತು. ಈಗ ದ್ರವ್ಯಕಣಗಳು ಅಲೆಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅಲೆಕಣ ಉಭಯತ್ವ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯಕಣಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣ ; ಅಲೆಯ ಗುಣ ಪ್ರಕಟವಾಗುವಾಗ ಕಣದ ಗುಣ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ, ಕಣದ ಗುಣ ಪ್ರಕಟವಾಗುವಾಗ ಅಲೆಯ ಗುಣ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಭೌತಪದಾರ್ಥದ ಅಲೆ ಮತ್ತು ಕಣ ಸ್ವಭಾವಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಪೂರಕವಾದುವು. ಇದಕ್ಕೆ ಪೂರಕತ್ವ ನಿಯಮ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಿದವರು ಬೋರ್. ಇದರಿಂದ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಅನುಮಾನಗಳಿಗೆ ಉಪಶಾಂತಿ ದೊರೆಯಿತು.

ಪೂರಕತ್ವ ನಿಯಮ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಹೊಸ ಜೀವ ಚೈತನ್ಯವಾದಕ್ಕೆ ಎಡೆ ಕೊಟ್ಟಿತು. ಜೀವಕೋಶಗಳ ಉಪಭಾಗಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಬದ್ಧವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಅಥವ ಜೀವಿಗಳ ಪೂರ್ಣ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ನಿಯಮಗಳು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಜೀವಚೈತನ್ಯ ನಿಯಮಗಳೆ ಬೇಕು ಎಂದು ಹೊಸಜೀವ ಚೈತನ್ಯವಾದವನ್ನು ಮಂಡಿಸುವವರು ವಾದಿಸುತ್ತಾರೆ. ಜೀವದ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳಾದರು ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಪದಾರ್ಥವಿಜ್ಞಾನದ ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಒಳಗೆ ಬಗೆಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಅವರು ನಂಬುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಾದ, ಈ ನಂಬಿಕೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಕ್ಷೀಣಿಸದೆ ಉಳಿದೀತೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಜೀವಚೈತನ್ಯವಾದಗಳು ಆಗಲೆ ಮೂಲೆಗುಂಪಾಗಿವೆ.

ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ಕಲ್ಪನೆಗಾಗಿ ಬೋರ್ ಅವರಿಗೆ 1922ರಲ್ಲಿ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕ ದೊರೆಯಿತು.

1930ರಿಂದ ಬೋರ್ ಅವರ ಆಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ರಚನೆಯ ಕಡೆಗೆ ಸರಿದವು. ಕೆಳಗಿನ ಶಕ್ತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವರು ದ್ರವಬಿಂದು ಪ್ರತಿಕೃತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರತಿಕೃತಿಯ ಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯವನ್ನು ದ್ರವಬಿಂದುವಿನಂತೆ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಪತನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿನ (ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ) ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆಯಾದಷ್ಟೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಲು ಗುರಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಅದಕ್ಕೆ ತಾಗಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನನ್ನು ಬಿಡದೆ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಪತನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡ ಗುರಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು

ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಶಕ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಗಳ ನಡುವೆ ಅಡ್ಡಾದಿಡ್ಡಿಯಾಗಿ ಹಂಚಿಕೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದು ಯಾವುದಾದರು ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನಿನ ಮೇಲೆ ಇಲ್ಲವೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಗುಂಪಿನ ಮೇಲೆ ಅದು ಸಂಚಯವಾದಾಗ ಅಂಥ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನು ಇಲ್ಲವೆ ಗುಂಪು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಕಾಲಾವಧಿ ಅದರ ಜೀವಿತಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ. ಇದರಿಂದ ಸಂಯುಕ್ತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಅದರ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಕ್ರಮವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮರೆತು ಉದ್ರಿಕ್ತ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅನುಸರಿಸಿ ಶಿಥಿಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಬೋರ್ ಇದನ್ನು ಕಾದ ದ್ರವಬಿಂದುವಿಂದ ಅಣುಗಳು ಆವಿಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರು. ಗೋಶಾಲ್ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಬೆಂಬಲ ದೊರಕಿಸಿಕೊಟ್ಟವು.

1939ರಲ್ಲಿ ಬೋರ್ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಬಂದರು. 1940ರಲ್ಲಿ ಹಿಟ್ಲರನ ಸೈನ್ಯ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕ್ ದೇಶವನ್ನು ವಶಪಡಿಸಿಕೊಂಡಿತು. ಸೆರೆಯಾಗುವುದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 1943ರಲ್ಲಿ ಬೋರ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹೋದರು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಅವರು ಅಮೆರಿಕ ದೇಶವನ್ನು ತಲುಪಿದರು. ಆಟೊಹ್ಯಾನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಾಸ್‌ಮನ್ ಅವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯ ವೃತ್ತಾಂತ ಬೋರ್ ತಲೆಮರೆಸಿಕೊಂಡು ಪಲಾಯನ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅವರಿಗೆ ಲಿಸ್‌ಮಿಟ್ನರ್ ಅವರಿಂದ ತಿಳಿಯಿತು. ಈ ಸುದ್ದಿಯನ್ನು ಅವರು ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನಕ್ಕೆ ತಂದರು. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಅವರು ದ್ರವಬಿಂದು ಪ್ರತಿಕೃತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ಆ ಕ್ರಿಯೆಯ ಯಥಾರ್ಥತೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಿದರು; ಮಾನ್‌ಹಾಟನ್ ಜಿಲ್ಲೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬು ತಯಾರಿಕೆಯ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಗಳಾದರು.

ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್ ನಗರವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆತಿದ್ದ ಚಿನ್ನದ ನೊಬೆಲ್ ಪದಕವನ್ನು ಬೋರ್ ದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ಒಂದು ಸೀಸೆಯಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿದ್ದರು. ಯುದ್ಧ ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಅನಿಷ್ಟ ಕಳೆಯಿತೆಂದು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಕರಗಿದ್ದ ಚಿನ್ನವನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಪದಕವನ್ನು ಎರಕ ಹಾಕಿಸಿದರು; ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಯುದ್ಧಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿ ನಿಂತು ಪ್ರತಿಭಟನೆ ತೋರಿಸಿದರು; ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಬೇಕೆಂದು ಸಾರಿದರು. ಜಗತ್ತಿನ ಎಲ್ಲ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಶಾಂತಿ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿಸಲು 1955ರಲ್ಲಿ ಜಿನೀವ ನಗರದಲ್ಲಿ "ಶಾಂತಿಗಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳು" ಸಂಮೇಳನವನ್ನು ಸಂಘಟಿಸಿದರು. ವಿಶ್ವಶಾಂತಿಗಾಗಿ ಅವರು ಮಾಡಿದ ಸೇವೆಯ ನೆನಪಿಗಾಗಿ 1957ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ "ಶಾಂತಿಗಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳು" ಬಹುಮಾನ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆಯಿತು.

ಬೋರ್ ಅವರ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು 115, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ಪುಸ್ತಕಗಳು. ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ಅವರಿಗೆ ಸಂದ ಗೌರವ ಅಪಾರ. ಅವರು ಯಾವ ವಿಚಾರ

ವನ್ನೆ ಆಗಲಿ ಪಕ್ಕನೆ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ; ಹೇಳುವವರಿಗೆ ಬೇಸರಿಕೆ ತರುವಂತಾದರೂ ಬಿಡದೆ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ಮುಂದೆ ತಪ್ಪುಹೇಳಿ ನುಸುಳಿಕೊಳ್ಳಲು ಯಾರಿಗೂ ಸಾಧ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ.

ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಬಗೆಗೆ ಬೋರ್ ಅವರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಒಲವಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಅನೇಕಸಾರಿ ಅವರು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಕಾದಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಭೌತ ಪದಾರ್ಥಗಳ ವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರಿಗೆ ಹಿಡಿಸಿರಲಿಲ್ಲ; ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಂಭಾವ್ಯಕ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನೂ ಅವರು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತ ತೀರ ಅವಶ್ಯಕ ಎಂದು ಬೋರ್ ತಿಳಿದಿದ್ದರು.

ಬೋರ್ ಅವರಿಗೆ ಆರುಮಂದಿ ಮಕ್ಕಳು, ಅವರಲ್ಲಿ ಇಬ್ಬರು ಸತ್ತರು. ಉಳಿದ ನಾಲ್ವರೂ ಪ್ರಖ್ಯಾತರು. ಹ್ಯಾನ್ಸ್‌ಹೆನ್ರಿಕ್ ವೈದ್ಯರು, ಎರಿಕ್ ರಾಸಾಯನ ಎಂಜಿನಿಯರ್, ಆಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ, ಮತ್ತು ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ಲಾಯರ್. ಬೋರ್ ಸಂತೃಪ್ತ ಬದುಕು ಕಂಡು 1962ರ ನವೆಂಬರ್ 18ರಂದು ಸತ್ತರು. ಸಾಯುವವರೆಗೆ ಅವರು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿದ್ದರು.



ಪ್ರಿನ್ಸ್‌ಟನ್ನಿಗೆ ಬೋರ್ ಭೇಟಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾಗ ಫ್ರಾಂಕ್, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್
ಮತ್ತು ರೇಬಿ ಅವರೊಂದಿಗೆ

ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಎಂಟರಿಂದ ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ 'ಬೆಳಕು' ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬೀರುವುದು ಹೇಗೆ ?

ಎಂಟರಿಂದ ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ನಾಲ್ಕರಿಂದ ಏಳನೆಯ ತರಗತಿವರೆಗಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವರ ಪಠ್ಯಪಟ್ಟಿಯ ಪ್ರಕಾರ ' ಬೆಳಕು ' ಮೊದಲು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಏಳನೆಯ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಆಕರಗಳು, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ಇವರ ನಿಯಮಗಳು, ವರ್ಣ ವಿಭಜನೆ—ಇವಿಷ್ಟನ್ನು ಆ ಮಕ್ಕಳು ಕಲಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿರುವ ಪಾಠಗಳನ್ನು ಓದಿದಾಗ ನನಗೆ ಕೊಂಚ ದಿಗಿಲಾಯಿತು. ನಾನು ಆ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಭೌತವೃತ್ತಾಂತವನ್ನು ಖಂಡಿತ ಇಷ್ಟೊಂದು ಆಳವಾಗಿ ಓದಿರಲಿಲ್ಲ. ಏಳನೆಯ ತರಗತಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕಂಡು ವಿಚಾರಿಸಿದಾಗ ದೊರೆತ ಉತ್ತರ ಒಂದೇ " ನಾವು ಅವನ್ನು ಉರು ಹೊಡೆಯುತ್ತೇವೆ "

" ಅರ್ಥವಾಗಿದೆಯೇ ? " ನನ್ನ ಪ್ರಶ್ನೆ.

" ಅರ್ಥವಾಗುವುದೆಂದರೇನು ? " ಅವರ ಮರುಸವಾಲು.

ನಾನು " ಬೆಳಕು ಎಂದರೇನು ? "

ಅವರು " ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪ."

ನಾನು " ಶಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು ? "

ನಿರುತ್ತರ.

ಮುಂದೆ ಅವರ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರನ್ನು ಕಂಡು ವಿಚಾರವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿದಾಗ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಏನೂ ಸುಧಾರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಪಾಠವನ್ನು ನಿಷ್ಠೆಯಿಂದ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರು ಕೂಡ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಲ್ಲ ಮನೋಭಾವವನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸಲಾರದವರಾಗಿದ್ದರು, ಮತ್ತು / ಅಥವಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕೇಳಿದ ಎಲ್ಲ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ

ಉತ್ತರ ಹೇಳಲಾರದವರಾಗಿದ್ದರು. ಪರಿಮಿತ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಠಗಳ ಹೊರೆಯನ್ನು ಹೊತ್ತು ಹಾಕುವುದು ಹೇಗೆಂಬ ಚಿಂತೆ ಅವರನ್ನು ಬಾಧಿಸುತ್ತಿತ್ತು.

ಎಂಟರಿಂದ ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳ ಪಠ್ಯಪಟ್ಟಿ ಅತಿ ಗಹನವಾಗಿದೆ, ಪಾಠಗಳು ಸೂತ್ರರೂಪಕ್ಕೆ ಇಳಿದಿವೆ, ಉಪಾಧ್ಯಾಯರು ಇವನ್ನು ಬೋಧಿಸಲಾರದವರಾಗಿದ್ದಾರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬಾಯಿಪಾಠ ಕಲಿತು ಒಪ್ಪಿಸುವುದರ ವಿನಾ ಅನ್ಯಮಾರ್ಗ ಹೊಳೆಯುತ್ತಿಲ್ಲ. ಇಂಥ ಬಂಜರು ನೆಲದಲ್ಲಿ ಮಗುವಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಸುಕುಮಾರ ಸೊಗ್ಗು ಅರಳುವುದು ಹೇಗೋ ನನಗೆ ತಿಳಿಯದು.

ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ (1879–1955) ಅರುವತ್ತೇಳನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ತಾವು ನಡೆದುಬಂದ ದಾರಿಯನ್ನು ಸಿಂಹಾವಲೋಕಿಸುತ್ತ ಹೀಗೆ ಬರೆದರು "ಆಧುನಿಕ ಬೋಧನವಿಧಾನಗಳು ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಸುಕುಮಾರ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಇನ್ನೂ ತುಳಿದಪ್ಪಳಿಸದಿರುವುದೊಂದು ಪವಾಡವೇ ಸೈ. ಕೋಮಲವಾದ ಈ ಪುಟ್ಟ ಸಸಿ ಅರಳಲು ಉತ್ತೇಜನೆಯ ಜೊತೆಗೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾದದ್ದು ಮುಕ್ತ ಪರಿಸರ. ಇದಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಸಸಿ ಕಮರಿ ನಶಿಸಿ ಹೋಗುವುದು ದಿಟ. ನೋಡುವ ಹಾಗೂ ಅರಸುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿಯ ಸಂತೋಷವನ್ನು ಕಡ್ಡಾಯ ಕ್ರಮಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಕರ್ತವ್ಯಪ್ರಜ್ಞೆಯ ಗಿಡಿತದಿಂದ ಪ್ರೇರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದು ಶುದ್ಧಾಂಗ ತಪ್ಪು."

ನಮ್ಮ ಶಾಲೆಗಳು, ನಮ್ಮ ಪಾಠಪುಸ್ತಕಗಳು, ನಮ್ಮ ಉಪಾಧ್ಯಾಯ-ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಸಂಬಂಧಗಳು 'ಪುಟ್ಟ ಸಸಿ' ಅರಳದಿರುವಂತೆ ಮಾಡಲು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಪಿತೂರಿ ಹೂಡಿವೆಯೋ ಎಂಬ ಅನುಭವ ನನಗಾಯಿತು.

ನಾನೇ ಆ ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆ ಹರಟೆ ಹೊಡೆದೆ—ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅವರಿಗೇ ಮಾತಾಡಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿದೆ. ಅವರು ಎಸೆದ—ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾತ್ರ—ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತೇನೆ.

1 ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಮುಂದೆ ನಡೆದಂತೆ ಬೀದಿದೀಪ ನಮಗಿಂತ ಹಿಂದೆ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಚಂದ್ರ ನಮ್ಮ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಬರುತ್ತಾನೆ ಏಕೆ?

2 ಬೀದಿದೀಪದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಾಗ ನಮ್ಮ ನೆರಳು ಗಿಡ್ಡ ಗಿಡ್ಡ ಅಥವಾ ಉದ್ದ ಉದ್ದ ಆಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಬೆಳುದಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಾಗ ಹೀಗಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆ?

3 ಬೆಳಕನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಅಥವಾ ಮೂಸಿ ತಿಳಿಯಬಹುದೇ?

4 ಸೂರ್ಯ ಹೇಗೂ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಕೊಡುತ್ತಾನೆ. ಚಂದ್ರನಾದರೋ ರಾತ್ರಿ ದೀಪವಾಗಿದ್ದಾನೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಚಂದ್ರನೇ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಮುಖ್ಯನಾದವನಲ್ಲವೇ?

5 ಅಷ್ಟು ಸಣ್ಣ ಸೂರ್ಯ ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಶಾಖ ಕೊಡುವುದು ಹೇಗೆ?

6 ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ನೆರಳಿದೆಯೇ? ಚಂದ್ರನಿಗೆ ನೆರಳಿದೆಯೇ?

7 ಗಾಳಿ ಬೀಸುವಾಗ ಅಡ್ಡ ಹಿಡಿದ ತೆಳು ಕಾಗದವನ್ನು ಅದು ಹಾರಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಕಿಟಕಿ ಸಂದಿನಿಂದ ಒಳತೂರುವ ಬಿಸಿಲಕಂಬಿಗೆ ಅಡ್ಡ ಹಿಡಿದ ತೆಳು ಕಾಗದ ಹಂದಾಡುವುದು ಕೂಡ ಇಲ್ಲ. ಏಕೆ?

ಇವೆಲ್ಲ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನಾನು ಸಾಕಷ್ಟು ಉದಾಹರಣೆ ಮತ್ತು ವಿವರಣೆ ಕೊಟ್ಟು, ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿ, ಮಕ್ಕಳಿಂದಲೇ ಉತ್ತರ ಬರುವಂತೆ ಪ್ರೇರಿಸಿ ಹೊಸ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆದೆ. ಆ ಬೆಳಕನ್ನು ನಿಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ಮೊದಲು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ‘ಬಲ್ಲ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು, ಧೋರಣೆ ರೂಪಿಸುವ ಪ್ರತಿಷ್ಠಿತರು, ಸರಳವಾಗಿ ಬರೆಯಬಲ್ಲ ಲೇಖಕರು’ ಎಂಬುದಾಗಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಗಳಿಸಿರುವವರಲ್ಲಿ ಆಳವಾಗಿ ಬೇರೂರಿರುವ ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಮಿಥ್ಯಾಕಲ್ಪನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಸ್ತಾವಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಇಂಥವರಿಂದ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವಾಙ್ಮಯಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹಾನಿ ಆಗಿದೆ ಮತ್ತು ಆಗುತ್ತಿದೆ.

1 ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನವಾಙ್ಮಯವನ್ನು ಯಾರು ಬೇಕಾದರೂ ರಚಿಸಬಹುದು: ಸರಳತೆ, ಸಂವಹನತೆ, ಆಕರ್ಷಕತೆ ಇದ್ದರಾಯಿತು.

ಈ ನಿಲವು ತಳೆದು ಬರೆದಿರುವವರು ಎಲ್ಲಿಯೂ ‘ಸರಳತೆ, ಸಂವಹನತೆ, ಆಕರ್ಷಕತೆ’ ಪದಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರ ಕೃತಿಗಳಿಗಿಂತ ಮಿಗಿಲಾದ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಆಗಲಿ ಉದಾಹರಣೆ ಆಗಲಿ ಬೇರೇನು ತಾನೇ ಒದಗಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಬಗೆದು ಅವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದಾಗ ನನಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದದ್ದು ಇದು: ತಮಗೆ ತಿಳಿದಷ್ಟು ಅಸ್ಪಷ್ಟ ವಿಷಯವನ್ನು ಹೇಳುವುದೇ ಸರಳತೆ; ಶಿಥಿಲಬಂಧದ ವಾಕ್ಯಗಳನ್ನು ಪೋಣಿಸುವುದೇ ಸಂವಹನತೆ; ಬುದ್ಧಿಗೆ ಒಂದಿಷ್ಟೂ ಸವಾಲು ಎದುರಾಗದಂತೆ ಅಜ್ಜಿ ಕತೆ ಧಾಟಿಯಲ್ಲಿ ಹೊಸೆಯುವುದೇ ಆಕರ್ಷಕತೆ.

ಮೂರು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ:

(*a*) ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಗ್ರಹಗಳು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಹಾಕುತ್ತವೆ.

ಟೀಕೆ: ‘ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ’ ಪದದಲ್ಲಿ ಚಲನದಿಶೆ ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳುಗಳು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಎಂಬ ಭಾವ ಅಧ್ಯಾಹಾರವಾಗಿದೆ. ಸೌರವ್ಯೂಹವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಇದು ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನಿರೂಪಣೆ.

(*b*) ಉಲ್ಕೆಗಳು ನೆಲಕ್ಕೆ ಬಡಿದು ಅಪಾರ ಹಾನಿ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದುಂಟು.

ಟೀಕೆ: ನೈಸರ್ಗಿಕ ಕಾಯ ಬಾನಿನಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಗೆರೆ ರೇಖಿಸುತ್ತ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುವ ತನಕ ಉಲ್ಕೆ. ಅದೇನಾದರೂ ಭೂಮಿಗೆ ಬಿದ್ದು ಅದರ ಅವಶೇಷಗಳು ಲಭಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಅವು ಉಲ್ಕಾಪಿಂಡಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ವಾಕ್ಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ತಪ್ಪು.

(*c*) πಯ ಬೆಲೆ 22/7 ಎಂಬ ಭಿನ್ನರಾಶಿಗೆ ಸಮವಾಗಿದೆ.

ಟೀಕೆ : πಯ ಬೆಲೆ ಉಪಸಮವಾಗಿ 22/7 ಎಂಬ ಭಿನ್ನರಾಶಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರುವುದು ನಿಜ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ πಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಭಿನ್ನರಾಶಿಯಾಗಿ ಬರೆಯುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ದಶಮಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಿದಾಗ πಯ ಬೆಲೆಗೆ ಕೊನೆ ಅಂಕೆ ಎಂಬುದೇ ಇಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ವಾಕ್ಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ತಪ್ಪು.

ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಆಳವಾದ ಪ್ರವೇಶವಿಲ್ಲದ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಉಡಾಫೆಯಿಂದ ಬರೆದ ಲೇಖಕರಿಂದ ಆಗಿರುವ ತಪ್ಪುಗಳಿವು. ಇಂಥ ತಪ್ಪುಗಳ ಸರಮಾಲೆ ಬರವಣಿಗೆಗೆ ಸರಳತೆಯನ್ನಾಗಲಿ ಸಂವಹನತೆಯನ್ನಾಗಲಿ ಆಕರ್ಷಕತೆಯನ್ನಾಗಲಿ ಒದಗಿಸುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದು ಬರಿದೆ ಭ್ರಮ. ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ಈ ತೆರನಾದ ಸರಳತೆ ಲೇಖಕನ ಅಜ್ಞತೆಯ ಪ್ರಕಟಿತ ರೂಪ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾದದ್ದು ಸ್ಪಷ್ಟತೆ. ಇದು ಇರುವಲ್ಲಿ ಸಂವಹನತೆ ಮತ್ತು ಆಕರ್ಷಕತೆ ತಾವಾಗಿ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

2 ಪ್ರಚಲಿತ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ವಾಙ್ಮಯವನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಬರೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ.

'ಪ್ರಚಲಿತ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳು' ಎಂಬ ಅಸ್ಪಷ್ಟ ಪದಪುಂಜ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಆ ಲೇಖಕನ ಪದಸಂಪತ್ತನ್ನು (ದಾರಿದ್ರ್ಯ?) ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸುವುದೇ ವಿನಾ ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ಕರ್ನಾಟಕದ ಜೀವಂತ ಪದಸಂಪತ್ತನ್ನಲ್ಲ. ಇದು ಹಾಗಿರಲಿ. ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಖಚಿತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಸಮಗ್ರ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಚಾಲ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪದಗಳೂ ಸಾಕಾಗಲಾರವು. ಹೊಸ ಪದಗಳನ್ನು ಭಾಷಾಮರ್ಯಾದೆಗೆ ಭಂಗ ಬಾರದಂತೆ ಟಂಕಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ; ಅನ್ಯಭಾಷೆಗಳಿಂದ ಪದಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ; ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ, ವಿಶಾಲ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವ್ಯವಹರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಒಬ್ಬ ಲೇಖಕ ಹೊಸ ಪದವೊಂದನ್ನು ತನ್ನ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಗೊಳಿಸುವಾಗ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿವರಣೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಜೀವ ನೀಡುತ್ತಾನೆ. ರೇಡಿಯೊ, ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಎಂಬ ವಿದೇಶೀ 'ಮಾಲು'ಗಳೇ ಆಗಲಿ ವಿಕಿರಣ, ಕಾಂತತ್ವ ಎಂಬ ಸ್ವದೇಶೀ 'ಛಾಪು'ಗಳೇ ಆಗಲಿ ಈ ತೆರನಾಗಿ ಚಾಲ್ತಿಗೆ ಬಂದವಾಗಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಸೀಮೆಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಹಾಗೂ ವಿವರಣೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮವೇ ಈ ನಿಲವನ್ನು ತಳೆದಿರುವಾಗ, ತಳೆದು ಸರ್ವಾಂಗ ಸುಂದರವಾಗಿ ವಿಕಸಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಕನ್ನಡ ಚಿಪ್ಪಿನೊಳಹೊಗುವುದು ಸಾಧುವಲ್ಲ. ಕನ್ನಡ ಸಾಹಿತ್ಯರಸವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಆಸ್ವಾದಿಸಿ ಈ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಅರಿತಿರುವಾತ ಮಾತ್ರ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ವಾಙ್ಮಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಕೈಆಡಿಸಬಲ್ಲ.

ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನವಾಙ್ಮಯಕ್ಕೆ ಉನ್ನತ ಅಂತಸ್ತನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟಿರುವ ಜೇಮ್ಸ್ ಜೀನ್ಸ್, ಐಸಾಕ್ ಅಸಿಮೋವ್, ಕಾರ್ಲ್ ಸಗಾನ್ ಮೊದಲಾದವರೂ, ಅಂತೆಯೇ ಕನ್ನಡದ ಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಲೇಖಕರಾದ ಬೆಳ್ಳಾವೆ ವೆಂಕಟ

ನಾರಾಯಣಪ್ಪ, ಸಂಗಪುರಂ ವೆಂಕಟೇಶ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್, ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್, ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ, ಬಿ. ಜಿ. ಎಲ್. ಸ್ವಾಮಿ, ಅಡ್ಯನಡ್ಕ ಕೃಷ್ಣಭಟ್ಟ, ಬಿ. ಪಿ. ರಾಧಾಕೃಷ್ಣ, ಡಿ. ರಂಗಯ್ಯ, ಬಿ. ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು, ಎಲ್. ಎಸ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ, ಎಸ್. ರಾಮರಾವ್, ಎಸ್. ಆರ್. ಮಾಧುರಾವ್ ಮೊದಲಾದವರೂ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ವಿಷಯ ಮತ್ತು ಭಾಷೆ ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ತಾಕತ್ತಿನ ತಾಣದಿಂದ ಬರೆದವರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಎಂದೇ ಈ ಮಹನೀಯರ ಕೃತಿಗಳು ಇತರರಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕಗಳಾಗಿವೆ.

3 “ವಿಜ್ಞಾನ ನಮಗಲ್ಲ” ಎಂಬ ನೀನನ್ನ ಮುಟ್ಟದಿರು ಮಡಿವಂತಿಕೆ ಬಹು ಮಂದಿ ಸಾಹಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ರೂಢವಾಗಿದೆ. ಮಾನವ ಮನಸ್ಸಿನ ಅಮೂಲ್ಯ ಸೃಷ್ಟಿಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದಾದ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ‘ಅಸ್ಪೃಶ್ಯ’ವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವ ಇವರ ನಿಲವು ಸ್ವತಃ ಇವರ ಸಾಹಿತ್ಯ ಕೃಷಿಯನ್ನೇ ಕೃಶವಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಲೇಖಕ ಸಾಹಿತ್ಯ ಓದದಿದ್ದರೆ ಗೊಡ್ಡಾಗುತ್ತಾನೆ; ಸಾಹಿತ್ಯ ಲೇಖಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಓದದಿದ್ದರೆ ಜಾಳಾಗುತ್ತಾನೆ.

ಸಾರಾಂಶವಿಷ್ಟು: ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ (ಕಾನ್ಸೆಪ್ಟ್) ಮತ್ತು ಕನ್ನಡದ ಸಾರ ಲೇಖಕನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗವಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಆತ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ವಾಙ್ಮಯವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಲ್ಲ. ಇವೆರಡು ಆವಶ್ಯಕ ಮತ್ತು ಅನಿವಾರ್ಯ ಪರಿಕರಗಳ ಪೈಕಿ ಯಾವ ಒಂದು ಪರಿಕರವೂ ಕೊರೆ ಆದಾಗ ಆ ರಚನೆ ಅಥವಾ ಹಂದರ ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕ? ಇಲ್ಲ—ವಿಜ್ಞಾನವಾಙ್ಮಯವನ್ನು ಹೇಗೆ ರಚಿಸಬಾರದು ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ‘ದಿವ್ಯ’ ನಿದರ್ಶನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ‘ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚ’ದ ನಾಲ್ಕು ಸಂಪುಟಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು.

೨

‘ಬೆಳಕು’ ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಎಂಟರಿಂದ ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ಹೇಗೆ ಒಂದು ಲೇಖನ ಬರೆಯಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ವಿವರಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಎರಡು ಧಾಟಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ: ಒಂದು, ನೇರ ಧಾಟಿ; ಎರಡು, ಮಾತುಕತೆ ಧಾಟಿ.

ಮೊದಲು ನೇರ ಧಾಟಿ.

ಕಣ್ಣುಮುಚ್ಚಿ ನಡೆಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸೋಣ. ಗೊತ್ತಿರುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಆದರೂ ಹೆಚ್ಚುದೂರ ಹೋಗಲಾರೆವು. ಕಣ್ಣು ತೆರೆದಾಗ? ಎದುರಿರುವ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಆಗ ನಡೆಯುವುದು, ಓಡುವುದು, ಹಾರಾಡುವುದು ಎಲ್ಲವೂ ಸುಲಭ. ಮರ ಯಾವುದು, ಗಿಡ ಯಾವುದು, ನೆಲ ಯಾವುದು, ನೀರು ಯಾವುದು ಎಂಬ

ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಯೋಚಿಸದೆ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲೆವು. ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ತೆರೆದು ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ಪದಗಳಾಗಿ ಕಾಣಬಲ್ಲೆವು; ಪದಗಳನ್ನು ಪೋಣಿಸಿ ವಾಕ್ಯಗಳನ್ನು ಓದಬಲ್ಲೆವು.

ಎದುರುಗಡೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಹಿಂದುಗಡೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಇವನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾದರೆ ಇವುಗಳತ್ತ ತಿರುಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ದೃಷ್ಟಿ ಹಾಯಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣುಗಳು ತಿರುಗಿರುವ ಕಡೆ ಮಾತ್ರ ನೋಡಬಲ್ಲೆವು.

ಎದುರಿನವು ಕಾಣುತ್ತವೆ ನಿಜ. ಆದರೆ ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ? ದೂರದ ಬೆಟ್ಟ ನುಣ್ಣಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಅದರ ಮೈ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಅಂಕುಡೊಂಕಾಗಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಬೆಟ್ಟದ ಹತ್ತಿರ ಹೋದಾಗ ಮಾತ್ರ ಅವು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಾವು, ಅಷ್ಟೆ. ತರಗತಿಯ ಕರಿಹಲಗೆ ಮೇಲೆ ಬರೆದಿರುವ ವಾಕ್ಯಗಳು ಅಥವಾ ಪುಸ್ತಕದ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಮುದ್ರಿಸಿರುವ ವಾಕ್ಯಗಳು ಹೀಗಲ್ಲ. ಅವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಓದಬಲ್ಲೆವು. ಇಲ್ಲಾದರೂ ಕರಿಹಲಗೆಯಿಂದ ಅಥವಾ ಪುಸ್ತಕದಿಂದ ತುಂಬ ದೂರ ಹೋದರೆ ಆ ಮೊದಲು ಓದಿದ ವಾಕ್ಯಗಳೇ ಆದರೂ ಅವು ಕಾಣದಾಗುತ್ತವೆ.

ನಮ್ಮ ಈ ಎಲ್ಲ ಸಾಹಸಪ್ರದರ್ಶನ ನಡೆಯುವುದು ಯಾವಾಗ? ಹಗಲು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ. ಇರುಳಾದಾಗ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಕತ್ತಲೆ ಮುಸುಕುವುದು. ಮಸಿಗಪ್ಪು ಸುತ್ತಲೂ ಚೆಲ್ಲಿದಂಥ ಅನುಭವ. ಕಣ್ಣು ತೆರೆದಿದ್ದರೂ ವಸ್ತುಗಳು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದರೂ ಅವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾರೆವು. ಹೀಗಾಗಿ ನಮ್ಮ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಇರುಳಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆಗ ದೀಪ ಉರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅಥವಾ ದೊಂದಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತೇವೆ. ಕಾರು ಬಸ್ಸುಗಳು ಅವುಗಳ ಮುಖಗಳಲ್ಲಿರುವ ದೀಪಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ಆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತವೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಡಗಿರುವ ತತ್ತ್ವ ಒಂದೇ : ಬೆಳಕು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ, ಆಗ ಅವು ಬೆಳಗುತ್ತವೆ, ಅವುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲತವಾದ ಬೆಳಕು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣನ್ನು ತಲಪುತ್ತದೆ, ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವು ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾವು ನೋಡಬೇಕಾದರೆ ಮೊದಲು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ತೆರೆಯಬೇಕು, ಆ ವೇಳೆ ನಮ್ಮ ಎದುರಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಿರಬೇಕು, ಅಲ್ಲದೆ ಆ ವಸ್ತುಗಳು ನಮಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕು.

ಕೈಗಳಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸೋಣ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತ ಹರಡಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಡಲಿನಿಂದ ಬೊಗಸೆ ಬೊಗಸೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಗೋಚಬಹುದು. ಆದರೆ ಬೊಗಸೆ ಮಾತ್ರ ಖಾಲಿ! ಆದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಿಡಿಯಲಾರೆವು, ಮುಟ್ಟಲಾರೆವು. ಬೆಳಕಿಗೆ

ವಾಸನೆ ಇದೆಯೇ ? ಮೂಸಿದರೆ ಅಂಥ ಯಾವ ಅನುಭವವೂ ಆಗದು. ಇನ್ನು ರುಚಿ ಅಥವಾ ಸದ್ದು ? ಖಂಡಿತ ಇಲ್ಲ.

ಬೆಳಕನ್ನು ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ನೋಡುತ್ತೇವೆ.
ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚರ್ಮದಿಂದ ಮುಟ್ಟುತ್ತೇವೆ.
ವಾಸನೆಯನ್ನು ಮೂಗಿನಿಂದ ಮೂಸುತ್ತೇವೆ.
ರುಚಿಯನ್ನು ನಾಲಗೆಯಿಂದ ಸವಿಯುತ್ತೇವೆ.
ಸದ್ದನ್ನು ಕಿವಿಯಿಂದ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ.

* * * *

ಈಗ ಮಾತುಕತೆ ಥಾಟಿ.

ರಾಮಣ್ಣ ಮಾಸ್ತರರು ಎಂದಿನಂತೆ ಮಂದಹಾಸ ಸೂಸುತ್ತ ತರಗತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರು. ಕರಿಹಲಗೆ ಮೇಲೆ ಅಂದಿನ ಪಾಠದ ವಿಷಯ ಬರೆದರು : ಬೆಳಕು.

ಮಾಸ್ತರರು " ನಾನೇನು ಬರೆದಿದ್ದೇನೆ, ಓದಿ."

ತರಗತಿ " ಬೆಳಕು."

ಮಾಸ್ತರರು ಆ ಪದವನ್ನು ಅಳಿಸಿದರು. " ಈಗ ಎಲ್ಲರೂ ಕಣ್ಮುಚ್ಚಿ," ಎಂದರು. ಕರಿಹಲಗೆ ಮೇಲೆ ಏನೇನೋ ಬರೆದರು. " ಕಣ್ಣು ತೆರೆಯಬೇಡಿ, ಜೋಕೆ. ನಾನೇನು ಬರೆದಿದ್ದೇನೆ, ಓದಬಲ್ಲಿರಾ ? "

ತರಗತಿ " ಇಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು " ಈಗ ಕಣ್ಣು ತೆರೆದು ಓದಿ."

ತರಗತಿ " ಕಣ್ಣು ತೆರೆದಾಗ ಮಾತ್ರ ಓದಬಹುದು."

ಮಾಸ್ತರರು ಆ ವಾಕ್ಯವನ್ನು ಅಳಿಸಿದರು. " ಈಗ ನೀವೆಲ್ಲ ಕುಳಿತಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿ," ಎಂದರು. ತರಗತಿ ಹಾಗೆಯೇ ಮಾಡಿತು. ಕರಿಹಲಗೆ ಮೇಲೆ ಪುನಃ ಬರೆದರು. " ಹಾಗೆಯೇ ಕುಳಿತಿರಿ. ಇಲ್ಲಿ ನಾನೇನು ಬರೆದಿರುವೆನೆಂಬುದನ್ನು ಓದಿ," ಎಂದರು.

ತರಗತಿ " ಕಾಣಿಸದು."

ಮಾಸ್ತರರು " ಈಗ ಕರಿಹಲಗೆಯತ್ತ ಮುಖಮಾಡಿ ನೋಡಿ."

ತರಗತಿ " ವಸ್ತು ನಮ್ಮೆದುರು ಇದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಕಾಣುತ್ತದೆ."

ಮಾಸ್ತರರು " ಕಿಟಕಿ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೆ ದೃಷ್ಟಿ ಹಾಯಿಸಿ. ಕಣ್ಣೆದುರೇ ಆ ಬೆಟ್ಟ ನಿಂತಿದೆ. ಅದರ ಏರುತಗ್ಗುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೇ ? "

ತರಗತಿ " ಇಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು " ಕಾರಣ ?"

ತರಗತಿ " ಅದು ಬಲು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಪುಸ್ತಕವಾದರೂ ಅಷ್ಟೆ, ಈ ಕರಿಹಲಗೆಯಾದರೂ ಅಷ್ಟೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ನೀವು ದೂರ ದೂರ ಹೋದರೆ ಇವು ನಿಮ್ಮ ಎದುರೇ ಇದ್ದರೂ ನೀವು ಕಣ್ಣು ತೆರೆದೇ ಇದ್ದರೂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವುದನ್ನು ಓದಲಾರಿರಿ. ಏಕೆಂದರೆ ಇವು ನಿಮಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಈಗ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರ ಹೇಳುತ್ತೇನೆ. ಇರುಳಾದಾಗ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಓದಬಲ್ಲಿರಾ ?"

ತರಗತಿ "ಇಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಏಕೆ ?"

ತರಗತಿ "ಆಗ ಕತ್ತಲೆ ಎಲ್ಲವೂ ಮುಸಿ ಮುಸಿ. ಏನೂ ಕಾಣದು."

ಮಾಸ್ತರರು "ಆಗ ಏನು ಮಾಡುವಿರಿ ?"

ತರಗತಿ "ದೀಪ ಹೊತ್ತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅದರ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಓದುತ್ತೇವೆ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಕಾರು ಬಸ್ಸು ಏನು ಮಾಡುತ್ತವೆ ?"

ತರಗತಿ "ಅವುಗಳ ಮುಖದೀಪಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ಆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತವೆ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ಏನನ್ನಾದರೂ ಕಾಣಬೇಕಾದರೆ ಬೆಳಕು ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದೆಂದು ಈಗ ನೀವೇ ಹೇಳಬಲ್ಲಿರಿ."

ತರಗತಿ "ಕಣ್ಣುಗಳು ಕೂಡ ಅಷ್ಟೇ ಮುಖ್ಯವಲ್ಲವೆ ?"

ಮಾಸ್ತರರು "ಹೌದು. ನಾವು ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಕುರುಡರಿಗೆ ಎಂದೂ ಈ ಅನುಭವ ದೊರೆಯದು. ಅವರ ಇಡೀ ಬದುಕು ಕತ್ತಲೆ."

ತರಗತಿ "ಅಯ್ಯೊ ಪಾಪ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಅದಿರಲಿ. ಈಗ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ. ಬೆಳಕನ್ನು ನೀವು ಹಿಡಿದಿಡಬಲ್ಲಿರೇ ? ಇಲ್ಲೆಲ್ಲ ಬೆಳಕಿನ ಕಡಲೇ ಸೂರೆಹೋಗಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದರಿಂದ ಬೊಗಸೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಗೋಚಿ ನನಗೆ ತಂದುಕೊಡಿ ನೋಡೋಣ."

ಬೊಗಸೆ ಖಾಲಿ !

ಮಾಸ್ತರರು "ಇಲ್ಲ ! ಬೆಳಕು ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕದಂತೆ ನುಸುಳಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ನಾವು ಮುಟ್ಟಿ ತಿಳಿಯಲಾರೆವು. ಹೋಗಲಿ. ಬೆಳಕನ್ನು ಮೂಸಬಲ್ಲಿರಾ ?"

ತರಗತಿ "ಇಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಬೆಳಕಿಗೆ ರುಚಿ ಇದೆಯೇ ?

ತರಗತಿ (ನಾಲಗೆ ಚಾಚಿ) "ಇಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಇವೆಲ್ಲ ಬಿಡಿ. ಬೆಳಕಿನ ಸದ್ದು ಕೇಳಿರುವಿರಾ ?"

ತರಗತಿ "ಕೇಳಿಲ್ಲ."

ಮಾಸ್ತರರು "ಹಾಗಾದರೆ ಈಗ ನಾನು ಕರಿಹಲಗೆ ಮೇಲೆ ಬರೆಯುವ ಪದಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಯಾವ ಅಂಗಗಳು ಅವನ್ನು ಗುರುತಿಸುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಹೇಳಿ."

ಈ ಪಟ್ಟಿ ಪೂರೈಕೆ ಆದಾಗ ಹೀಗಿತ್ತು :

ಬೆಳಕು .... ಕಣ್ಣು
ಮುಟ್ಟುವಿಕೆ (ಸ್ಪರ್ಶ) .... ಚರ್ಮ
ವಾಸನೆ .... ಮೂಗು
ರುಚಿ .... ನಾಲಗೆ
ಸದ್ದು .... ಕಿವಿ

ಮಾಸ್ತರರು “ಬೆಳಕನ್ನು ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗಿ ವಸ್ತುಗಳು ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚರ್ಮದಿಂದ ಮುಟ್ಟುತ್ತೇವೆ. ವಾಸನೆಯನ್ನು ಮೂಗಿನಿಂದ ಮೂಸುತ್ತೇವೆ. ರುಚಿಯನ್ನು ನಾಲಗೆಯಿಂದ ಸವಿಯುತ್ತೇವೆ. ಸದ್ದನ್ನು ಕಿವಿಗಳಿಂದ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ.”

೩

ನೇರ ಧಾಟಿಗಿಂತ ಮಾತುಕತೆ ಧಾಟಿ ಹೆಚ್ಚು ಜಾಗವನ್ನು ಬೇಡುತ್ತದೆ, ನಿಜ. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲೊಂದು ಸ್ಪಷ್ಟ ಅನುಕೂಲತೆ ಉಂಟು. ಯಾವ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಉದ್ದೇಶಿಸಿ ಬರೆಯುತ್ತೇವೋ ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಸ್ವತಃ ಇದರಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರಗಳಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವರ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಯತ್ನವಿಲ್ಲದೆ ಅವರು ಮೂಲಭೂತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸದಾ ಸಂಭಾಷಣೆಯ ಧಾಟಿಯನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸಬೇಕೆಂದಾಗಲಿ ನೇರಧಾಟಿ ಪ್ರಯೋಜನರಹಿತವೆಂದಾಗಲಿ ನಾನು ಹೇಳಲಾರೆ. ಎರಡರ ಯುಕ್ತ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕೂಡ ಬಳಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲೆಲ್ಲ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ಸೂತ್ರಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು :

ಒಂದು, ಉದ್ದಿಷ್ಟ ಓದುಗರ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅನುಲಕ್ಷಿಸಿ ವಿಷಯವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪ್ರಸಕ್ತ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣವಿಯೋಜನೆ, ವಕ್ರೀಭವನ, ಪ್ರತಿಫಲನ, ವೇಗ, ಸಂಚಾರಮಾಧ್ಯಮ, ತರಂಗ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಕಣಗುಣ ಮುಂತಾದವನ್ನು ಅಡಕವಾಗಿ ಹೇಳಿದುದಾದರೆ ಆ ಬರವಣಿಗೆ ತೀರ ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ; ವಿವರವಾಗಿ ಹೇಳಿದುದಾದರೆ ಅದೊಂದು ಹೊತ್ತಗೆಯೇ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಎರಡು, ಉದ್ದಿಷ್ಟ ಓದುಗರ ಪದಸಂಪತ್ತನ್ನು ಅನುಲಕ್ಷಿಸಿ ವಿಷಯನಿರೂಪಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪ್ರಸಕ್ತ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಬಗೆಗೆ ಬರೆಯಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಆಗ ‘ಪ್ರತಿಫಲನ’ ಎಂಬ ಪದದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅರ್ಥವನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿಯಪಡಿಸಬೇಕು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಸುಲಭ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು

ಆಯ್ದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಕ್ರಮಶಃ ಬಿಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿ ಮುಂದೆ ಸಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊಸಪದ ಅಗತ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಾಗ ಅದನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಗೊಳಿಸಲು ಹಿಂಜರಿಯಬಾರದು.

ಒಟ್ಟಾರೆ, ವಿಷಯ–ಶೈಲಿ ಸಾಮರಸ್ಯದಿಂದ ಮತ್ತು ಸಾತತ್ಯದಿಂದ ಲೇಖನ ಅಥವಾ ಪುಸ್ತಕ ತಯಾರಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಷಯ ತಿಳಿಯದವರು ಅಥವಾ ಅದರ ತೊಗಲು ಮಾತ್ರ ಕಂಡವರು, ಮತ್ತು ಕನ್ನಡದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ದೌರ್ಬಲ್ಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯದವರು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸದಿರುವುದೇ ನಿಜವಾದ ವಿನಯ.

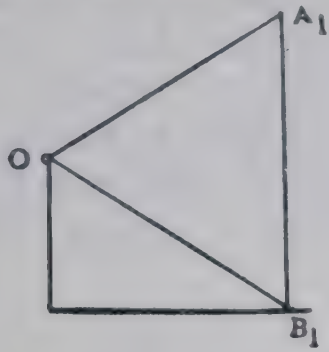
ವಿಷಯ–ಶೈಲಿ ಸಾತತ್ಯದಿಂದ ಮೈದಳೆವ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ನಿದರ್ಶನಗಳಿಗೆ ಮೊದಲ ಮಣೆ ಸಲ್ಲಬೇಕು. ಇವುಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಭಾಷೆ ಇರಬೇಕು. ಯಾವುದೇ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಮಕ್ಕಳಿಗೋಸ್ಕರ ಲೇಖನ ಬರೆಯುವ ಮೊದಲು ಲೇಖಕ ಆ ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆಗಿನ ಒಡನಾಟದಿಂದ ಉದ್ದೀಪಿತ ವಾಗುವುದು ಆದ್ಯಕರ್ತವ್ಯ. ತರುವಾಯ ಲೇಖಕ ತನ್ನ ಲೇಖನದ ಒಂದು ಮಾನಸಿಕ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದರಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ವಿಪುಲ ಅವಕಾಶವಿರಬೇಕು. ಲೇಖನಕ್ರಿಯೆ ಯಲ್ಲಿ ಆತ ಮಗ್ನನಾಗಿರುವಷ್ಟು ಕಾಲ ಈ ಚಿತ್ರಗಳು ಆತನ ಕಲ್ಪನೆಯ ಶಿಶುಗಳು ಮಾತ್ರ. ಏಕೆಂದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲೇಖಕನಿಗೆ ಚಿತ್ರಣ ತಿಳಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಚಿತ್ರ ಕಾರನಿಗೆ ವಿಷಯ ತಿಳಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಲೇಖನ ಸಿದ್ಧವಾದ ಬಳಿಕ ಲೇಖಕನ ನಿರ್ದೇಶನ ದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ತಂತ್ರವನ್ನು ಕುರಿತುದಾದ್ದರಿಂದ ಇದರ ವಿವರಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕೇಳಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ (ಇವನ್ನು ಈ ಲೇಖನದ ಮೊದಲ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬರೆದಿದ್ದೇನೆ) ನಾನು ನೀಡಿದ ವಿವರಣೆ ಯನ್ನು ಈಗ ಬರೆಯುತ್ತೇನೆ.

1 ಸಪುರ ನೇರ ಸರಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಎದುರು ನೆಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಇರಿಸಿ ಕ್ರಮೇಣ ಅದನ್ನು ಅವನಿಂದ ದೂರ ದೂರ ಒಯ್ಯಬೇಕು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಮೊದಲು ನಿಂತಲ್ಲಿಂದ ಕದಲಕೂಡದು. ಸರಳು ಅವನಿಂದ ದೂರ ದೂರ ಸರಿದಂತೆ ಕಿರಿದು ಕಿರಿದು ಆದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ. ಸರಳಿನ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗದಿದ್ದರೂ— ಅಂದರೆ ಅದರ ಉದ್ದ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೂ—ಅದು ಕಿರಿದಾಗಿ ಕಾಣಬೇಕೇಕೆ? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಹೇಳುತ್ತಾನೆ "ಅದು ನನ್ನಿಂದ ದೂರ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ." ಇದು ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಉತ್ತರ. ಇದರ ಹಿನ್ನೆಲೆಯ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಈ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಬೇಕು.

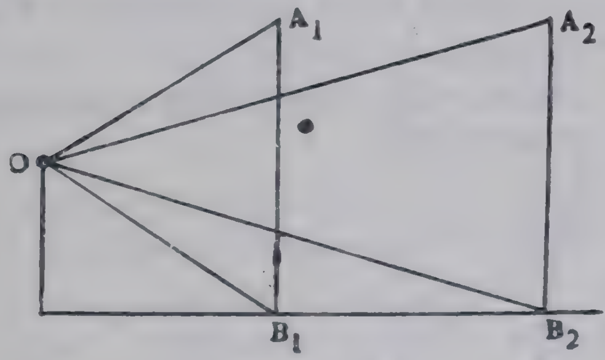
ಸರಳಿನ ಒಂದು ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅದರ ಎರಡು ಕೊನೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಒಂದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಜೋಡಿಸುವಂತೆ ದಾರಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದು ಆ ಸರಳು ಅವನ ಕಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ

ರಚಿಸುವ ಕೋನವನ್ನು ಮುಂದಟ್ಟು ಮಾಡಬೇಕು (ಚಿತ್ರ 1). ಇದು ಕೋನ



ಚಿತ್ರ 1

A_1OB_1 ; ಇಲ್ಲಿ O ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಕಣ್ಣು, A_1B_1 ಸರಳು. ಸರಳನ್ನು ದೂರ ದೂರ ಸರಿಸಿದಂತೆ ಈ ಕೋನ ಕಡಿಮೆ ಕಡಿಮೆ ಆಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ತೋರಿಸಿ ಕೊಡಬೇಕು. ಚಿತ್ರ (2)ರಲ್ಲಿ O ಮೊದಲಿನದೇ, ಆದರೆ A_2B_2 ಮಾತ್ರ ಅದೇ ಸರಳಿನ ಹೊಸ ಸ್ಥಾನ. ಕೋನ A_2OB_2 ಕೋನ A_1OB_1ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ತೋರಿಸಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 2

ನಾನು “ಹಾಗಾದರೆ ಸರಳು ಒಂದು ಚುಕ್ಕಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವಷ್ಟು ದೂರದ ವರೆಗೂ ಅದನ್ನು ಸರಿಸಿದ್ದಾದರೆ ಈ ಕೋನದ ಬೆಲೆ ಏನಾದೀತು ?”

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ “ಸೊನ್ನೆ.”

ನಾನು “ಕೋನದ ಬೆಲೆ ಸೊನ್ನೆ ಅಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸರಳು ಇಲ್ಲವಾಗುವುದೇ ?”

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ “ಅದು ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನನ್ನ ಕಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ರಚಿಸುವ ಕೋನ ಮಾತ್ರ ಸೊನ್ನೆ.”

ಹೀಗೆ, ನಮ್ಮಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ದೂರಕ್ಕೂ ಅದು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ರಚಿಸುವ ಕೋನಕ್ಕೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆಂಬ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ

ಅಚ್ಚೊತ್ತಬೇಕು. ಬೀದಿದೀಪ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ಸಮಸ್ಯೆಯ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಈಗ ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ ಸಿದ್ಧನಾಗಿರುತ್ತಾನೆ.

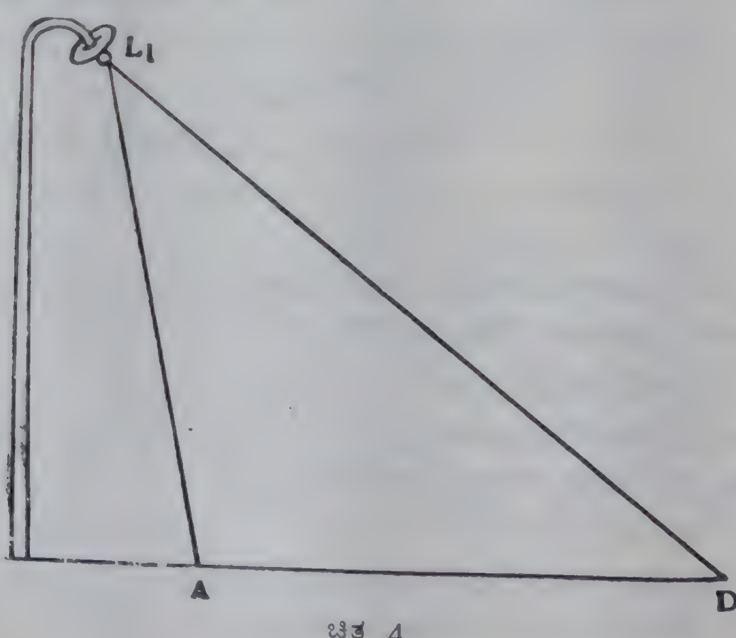
ಚಿತ್ರ (3)ರಲ್ಲಿ L ಬೀದಿದೀಪ. A, B, C, D ದೀಪದ ಕೆಳಗಿನ ದಾರಿಯ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ನಾಲ್ಕು ವಿಭಿನ್ನ ಸ್ಥಾನಗಳು. Aಯಿಂದ Dಗೆ ಅವನು ನಡೆದಿರುವಾಗ Lನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಕೋನ ALDಯನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಇದು ಗಣನೀಯವಾದ ಕೋನವಾದ್ದರಿಂದ ಮೊದಲು ಅವನ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದ ದೀಪ ಕ್ರಮೇಣ ಹಿಂದೆ ಸರಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ದೀಪವನ್ನು ಹಾದಿಯಿಂದ ಮೇಲೆ ಮೇಲೆ



ಚಿತ್ರ 3

ಒಯ್ದಾಗ ಈ ಕೋನದ ಬೆಲೆ ಕಡಿಮೆ ಕಡಿಮೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ (4)ರಲ್ಲಿರುವ ಅದೇ ದೀಪ L_1 ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಾನಕ್ಕಿಂತ (L) ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದೆ. ಕೋನ AL_1D ಕೋನ ALDಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ.

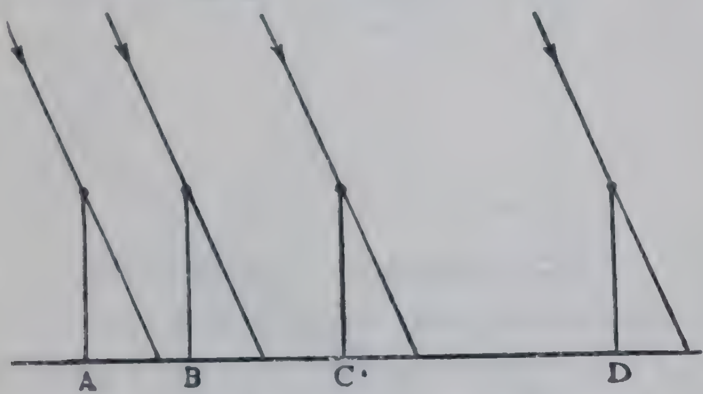
ನಾನು " ಬೀದಿದೀಪ ಚಂದ್ರ ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಏರಿದರೆ ಆಗ ಕೋನದ ಬೆಲೆ ಏನಾದೀತು?"



ಚಿತ್ರ 4

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ "ಸೊನ್ನೆ."

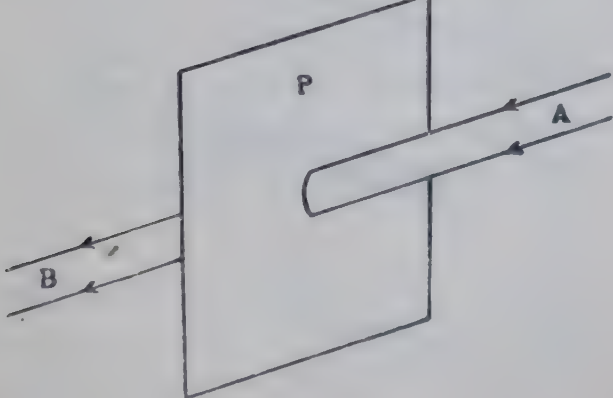
ನಾನು "ಇದರ ಅರ್ಥ ಚಂದ್ರ, ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ A, B, C, D ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ದಾರ ಅಥವಾ ಸರಳರೇಖೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸಮಾಂತರ ವಾಗಿರುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 5). ಆದ್ದರಿಂದ ಆ ಕಾಯಗಳು ನಮ್ಮ ನಡಿಗೆಗೆ ಅನುಗುಣ ವಾಗಿ ಹಿಂದೆ, ಮುಂದೆ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಕ್ಕೆ ಒಳಪಡುವುದಿಲ್ಲ ಬದಲು, ನಮ್ಮ ಜೊತೆ ಯಲ್ಲೇ ಬರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ."



ಚಿತ್ರ 5

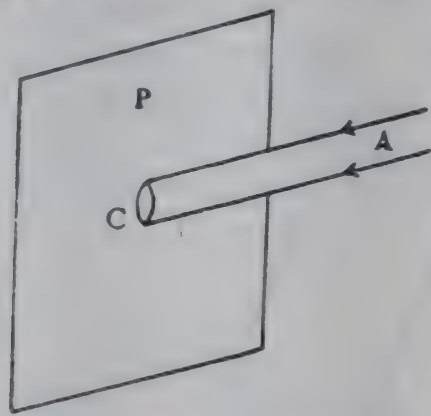
ಟ್ರೈನಿನಲ್ಲಿ ನೇರ ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ರಭಸದಿಂದ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಹೇಗೆ ಹತ್ತಿರದ ತಂತಿ ಕಂಬ, ಮರ ಮನೆಗಳು ಅಷ್ಟೇ ರಭಸದಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸು ವಂತೆಯೂ ದೂರದ ಬಯಲು ಬೆಟ್ಟ ಕಾಡುಗಳು ಬಹಳ ಕಾಲದತನಕ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರು ವಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಉದಾಹರಿಸಿ ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಬಹುದು.

2 ಕನ್ನಡಿಯಿಂದ ಸೂರ್ಯಬಿಂಬವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬಿಸಿಲದಂಡವನ್ನು (A) ಮನೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಹಾಯಿಸಬೇಕು. ಇದರ ಹಾದಿಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ಅಪಾರ ದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳೆರಡನ್ನೂ ಒಂದಾದಬಳಿಕ ಇನ್ನೊಂದರಂತೆ ಹಿಡಿದು ಆಗ ಏನಾಗುವು ದೆಂದು ತೋರಿಸಬೇಕು. ಮೊದಲನೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 6) ಬಿಸಿಲದಂಡ



ಚಿತ್ರ 6

ಪ್ರಾಯಶಃ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಂಕಾಗಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ (B). ಎರಡನೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 7) ಅದು ಅಲ್ಲೇ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತದೆ (C).



ಚಿತ್ರ 7

ನಾನು "ಆದ್ದರಿಂದ ಗಾಜಿನಂತಲ್ಲದೇ ಅಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳು ಬಿಸಿಲನ್ನು 'ಇಲ್ಲಿವರೆಗೆ, ಇಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲ' ಎನ್ನುವಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತವೆ."

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ "ಬಿಸಿಲದಂಡ ಅದರ ಹಾದಿಗೆ ಅಡ್ಡ ಬರುವ ಅಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಹಿರಿಗಾತ್ರದ್ದಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ?"

ನಾನು "ಹೊಳೆಯ ನೀರಿನ ಹರಿವಿಗೆ ಹೆಬ್ಬಂಡೆ ಎದುರಾದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ."

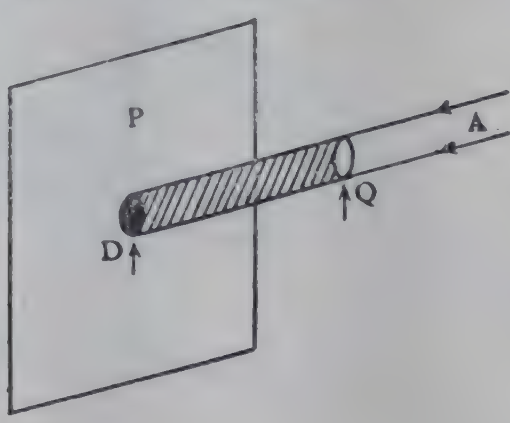
ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ "ನೀರು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಹರಿದು ಮುಂದೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ?"

ನಾನು "ಬಿಸಿಲಾದರೂ ಮಾಡುವುದು ಇದಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾದ ಒಂದು ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು—ಅಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವನ್ನು 'ಮರೆತು' ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಎಂಥ ಚಿತ್ರ ಬೀಳುತ್ತದೆ?"

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ "ಕಲ್ಲಿನ (Q) ಬದಲಾಗಿ ಕಪ್ಪು ಮಚ್ಚೆ, ಇದರ ಸುತ್ತ ಬಿಸಿಲು."

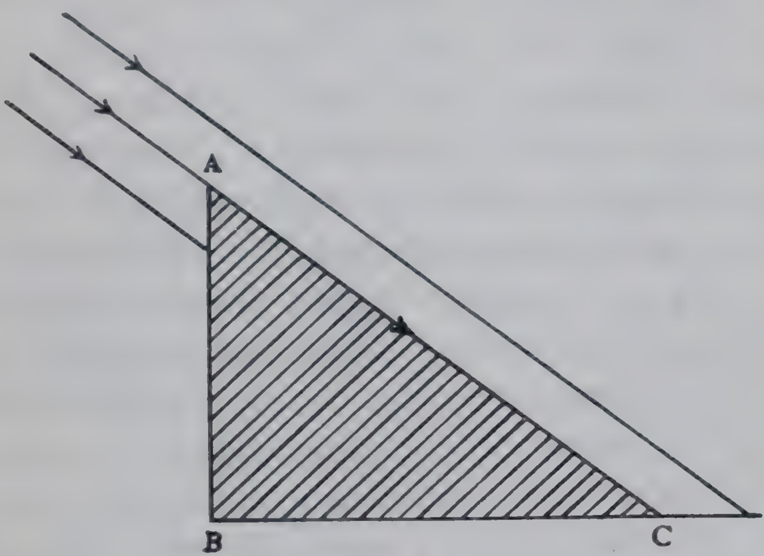
ನಾನು "ಸರಿ. ಆ ಕಪ್ಪು ಮಚ್ಚೆಗೆ ಹೆಸರೇನು?"

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ "ಕಲ್ಲಿನ ನೆರಳು." (ಚಿತ್ರ 8ರಲ್ಲಿ D)



ಚಿತ್ರ 8

ಬಿಸಿಲು ಬೀಳುತ್ತಿರುವಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯನ್ನು ಕಟ್ಟಡದ ನೆರಳಿಗೆ ಕರೆದೊಯ್ಯಬೇಕು. ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯೇ ನಿಂತು ನೋಡಿದರೂ ಸೂರ್ಯ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಇದರ ತತ್ತ್ವವೇನು? **AB** ಕಟ್ಟಡ, **ACB** ಅದರ ನೆರಳು (ಚಿತ್ರ 9). ಈ ನೆರಳಿನೊಳಗಿನ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತು ನೋಡಿದರೂ ಸೂರ್ಯ ಕಾಣಿಸದು. ACಯ ಮೇಲಿನ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಜೋಡಿಸುವ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ AB ಅಡ್ಡ ಬರುವುದೇ ಇದರ ಕಾರಣ.



ಚಿತ್ರ 9

ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಕ್ಕೂ ವಸ್ತುವಿನ ನೆರಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೀಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಬಳಿಕ ದೀಪದಿಂದ ಆಗುವ ನೆರಳಿಗೂ ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರನಿಂದ ಆಗುವ ನೆರಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಾದೃಶ್ಯ ವೈದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬೇಕು. ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ ಯಾವುದೇ ಇರಲಿ ಅದರಿಂದ ಕಿರಣಗಳು ಸುತ್ತಲೂ, ಚಕ್ರದ ಗುಂಬದಿಂದ ಹೊರಚಾಚುವ ಅರಗಳಂತೆ, ಒಂದರಿಂದ ದೂರವಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ಹರಡುತ್ತವೆ. ದೀಪ ನಮಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರ ಹೀಗಲ್ಲ—ಅತಿ ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ದೀಪದಿಂದ ಹೊಮ್ಮುವ ಕಿರಣಗಳಂತಲ್ಲದೇ ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರನಿಂದ ಹೊಮ್ಮುವ ಕಿರಣಗಳು ನಮ್ಮನ್ನು ಸಮಾನಾಂತರ ಕಿರಣಗಳ ಕೂರ್ಚಗಳಾಗಿ ತಲಪುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವಸ್ತು ಎಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದರೂ ಅದರ ನೆರಳಿನ ಉದ್ದ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

3 ಬೆಳಕನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ, ಮೂಸಿ, ಸವಿದು ಅಥವಾ ಕೇಳಿ ತಿಳಿಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು ಮಾತ್ರ. ಕಣ್ಣು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡರೆ ಬೆಳಕಿಲ್ಲ. ಕಗ್ಗತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಬೆಳಕಿಲ್ಲ. ಆಗ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ

ಆಗಲೂ ಅವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ, ವಾಸನೆ ಇರುವವಾದರೆ (ಹೂವು) ಮೂಸಿ, ರುಚಿ ಇರುವ ವಾದರೆ (ಸಕ್ಕರೆ) ಸವಿದು, ಅಥವಾ ಸದ್ದು ಮಾಡುವವಾದರೆ (ಗಡಿಯಾರ) ಕೇಳಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

6 ಮುಮ್ಮುಂಜಾನೆಯಿಂದ ತೊಡಗಿ ಸಂಜೆ ಕಳೆದು ಇರುಳು ಕವಿಯುವ ತನಕ ಹೇಗೆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ತೋರಿಸ ಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ನೇಸರು ಬಾನಿನಲ್ಲಿ ಇರುವಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಹಗಲು, ಇಲ್ಲದಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಇರುಳು. ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಮಗುವಿಗೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಮನದಟ್ಟು ಮಾಡಲು ರಾತ್ರಿವೇಳೆ ಕೊಠಡಿ ದೀಪವನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ನಂದಿಸಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬೇಕು. ದೀಪ ಹೊತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಬೆಳಕು ಅದರಿಂದ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಕೊಠಡಿ ಬೆಳಗುತ್ತದೆ, ನಮಗೆ ಅಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ದೀಪ ನಂದಿದಾಗ ಬೆಳಕು ಅದರಿಂದ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆ ಕವಿಯುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶದೀಪ ವಾದ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಡೆಯುವುದಾದರೂ ಇದಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾದ ಕಾರ್ಯವೇ.

ಇನ್ನು ಚಂದ್ರ. ಕೃಷ್ಣಪಕ್ಷದ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಚಂದ್ರಬಿಂಬವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ತೋರಿಸಿ ಹೇಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಮುಂದೆ ಚಂದ್ರ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪದ ಮುಂದೆ ಮೋಂಬತ್ತಿಯಂತೆ ಮಂಕು ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಬೇಕು. ರಾತ್ರಿವೇಳೆ ಬೆಂಕಿಕೆಂಡದ ರಾಶಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಬೇಕು. ಕೆಂಡಗಳು ಉರಿಯುತ್ತಿವೆಯಾಗಿ ಆ ರಾಶಿಯಿಂದ ಬೆಳಕು ಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಇದರ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯ ಕೆಂಡದ ರಾಶಿಯಂತೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಬೀರುತ್ತಿರುವ ಆಕರ. ಚಂದ್ರ ಹೀಗಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಂದ್ರ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪಿದಾಗ ಚಂದ್ರ ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಇಲ್ಲವಾಗಿದ್ದರೆ ಚಂದ್ರ ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತಲೇ ಇರಲಿಲ್ಲ.

5 ಸೂರ್ಯ ನಮಗೆ ಸಣ್ಣ ಬಿಲ್ಲೆಯಾಗಿ, ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಚಂದ್ರನಷ್ಟೇ ಕಿರಿಯದಾಗಿ, ಕಾಣುವುದು ನಿಜ. ಅಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅದರ ನಿಜವಾದ ಗಾತ್ರ ಕಿರಿದಾದುದಲ್ಲ. ದೂರದಿಂದ ಬೆಟ್ಟ ಪುಟ್ಟ ಬಂಡೆಯಂತೆ ಕಂಡರೂ ಹತ್ತಿರದಿಂದ ಭಾರೀ ಗಾತ್ರದ್ದಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಸರಿಯಷ್ಟೆ—ಎಷ್ಟು ಭಾರೀ ಎಂದರೆ ಇಡೀ ಬೆಟ್ಟವನ್ನು ಒಮ್ಮೆಗೆ ಗ್ರಹಿಸಲಾರೆವು. ಸೂರ್ಯ ನಮ್ಮ ಊಹೆಗೂ ನಿಲುಕದಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಗೋಳ, ಅದು ನಮ್ಮಿಂದ ಅತಿ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕಿರಿಬಿಲ್ಲೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯ ಖಾಲಿ ಗೋಳವಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಅದರೊಳಗೆ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಭೂಮಿಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತುಂಬಬಹುದಿತ್ತು.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸೇತುವೆ ಕಟ್ಟಲು ಶ್ರೀರಾಮ ಬಯಸಿ ತನ್ನ ಕಪಿ ಸೈನಿಕರಿಗೆ ಭೂಮಿಗಾತ್ರದ ಬಂಡೆಗಳನ್ನು ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲ ಮೂಲೆಗಳಿಂದಲೂ ಸೋಸಿ

ತರಲು ಆಜ್ಞೆ ಮಾಡುವನೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಈಗ ಈ ಸೇತುವೆಯ ಉದ್ದ ಭರ್ತಿ ಮಾಡಲು ಎಷ್ಟು ಬಂಡೆಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ ಗೊತ್ತೇ? ಸುಮಾರು ಹನ್ನೆರಡು ಸಾವಿರ! ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸೇತುವೆ ಕಟ್ಟಲು ಕೇವಲ ಮೂವತ್ತು ಭೂಮಿಬಂಡೆಗಳು ಸಾಕು.

ಆ ಮಹಾಗಾತ್ರದ ಸೂರ್ಯ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಉರಿಯುತ್ತಿರುವ ಅಗ್ನಿಗೋಳ ವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಾವು ಇಷ್ಟು ದೂರವಲ್ಲಿದ್ದರೂ ನಮ್ಮಲ್ಲಿಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಡಲೇ ಹರಿದುಬಂದು ಅದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಮುಳುಗಿಹೋಗುತ್ತೇವೆ. ಸೂರ್ಯ ಸುರಿಸುವ ಶಾಖದಿಂದ ಬೆಂದು ಬಸವಳಿಯುವುದೂ ಉಂಟು.

6 ನೆರಳು ಉಂಟಾಗುವುದು ಹೇಗೆ? ಬೆಳಕು ಅಡ್ಡಹಾಯಲಾಗದ ವಸ್ತು—ಅಂದರೆ ಅಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತು—ಎದುರಾದಾಗ. ಇದರ ವಿವರಗಳನ್ನು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬೆಳಕು ಹೊರಡುವುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ನೆರಳಿಲ್ಲ—ಬೆಂಕಿಗೆ ಹೇಗೆ ನೆರಳಿಲ್ಲವೊ ಹಾಗೆ. ಆದರೆ ಹಣತೆಯ ಸೊಡರು ಉರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕು ಬೀರಿ ಸೊಡರಿನ ನೆರಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅಂತೆಯೇ ಸೂರ್ಯನ ನೆರಳನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಪ್ರಕಾಶವಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

7 ಗಾಳಿ ಬೀಸುವುದನ್ನು ನೀರಧಾರೆ ಚಿಮ್ಮುವುದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಧಾರೆಗೆ ಎದುರಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇದು ನೂಕುತ್ತದೆ. ಬೀಸುವ ಗಾಳಿ ಮಾಡುವುದೂ ಇದನ್ನೇ—ನಮಗೆ ಅದು ಕಾಣದಿದ್ದರೂ ಅದು ನಮ್ಮನ್ನು ನೂಕುವ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಿಸಿಲ ದಂಡದ ಗುಣವೇ ಬೇರೆ. ಅದರ ಎದುರಿಗೆ ಎಷ್ಟೇ ತೆಳುಕಾಗದ ವಸ್ತು ಹಿಡಿದರೂ ಕಾಗದ ಹಂದಾಡದು. ಬದಲು ದಂಡ ಅಲ್ಲೇ ತುಂಡಾಗಿ ಬಿಸಿಲಿನ ಬಿಂಬ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಪಡಿಮೂಡುತ್ತದೆ. ದಂಡದ ಗಾತ್ರ ಹಿರಿದಾಗಿದ್ದರೆ ಕಾಗದದ ನೆರಳು ಕೂಡ ಬೀಳುತ್ತದೆ.

ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಕೆಲವು ಸೂಚನೆಗಳು.

1 ಆಕರ ಗ್ರಂಥಗಳಿಂದ ವಿಷಯಸಂಗ್ರಹಿಸಬೇಕು.

2 ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆಗಿನ ಒಡನಾಟ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವಿಷಯದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕು.

3 ಒಮ್ಮೆ ಬರೆದದ್ದನ್ನು ದಿಢೀರನೆ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಧಾಷ್ಟ್ಯ ಸಲ್ಲದು. ಚಿನ್ನಕ್ಕೆ ಪುಟವಿಡುವಂತೆ ಭಾಷೆಗೆ ಕೂಡ ಪುಟವಿಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಭಾವಶುದ್ಧಿ, ಲಯಶುದ್ಧಿ ಪದಮೈತ್ರಿ, ವಾಕ್ಯಮೈತ್ರಿ ಮುಂತಾದವು ಕೈಗೂಡುವ ತನಕವೂ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ

ನಕಲುಮಾಡಲು ಮತ್ತು ತಿದ್ದಲು ಹಿಂಜರಿಯಬಾರದು. ಪರಿಪೂರ್ಣತೆಯನ್ನು ಎಂದೂ ತಲಪಲಾರೆವು. ಆದರೆ ಅದರೆಡೆಗಿನ ನಡಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಎಂದೂ ಸಂತೃಪ್ತರಾಗಕೂಡದು, ಹತಾಶರಾಗಕೂಡದು, ಉದಾಸೀನರೂ ಆಗಕೂಡದು.

4 ಉನ್ನತ ಅಂತಸ್ತನ್ನು ಐದಲು ಸಂಗೀತಗಾರನಿಗೆ ನಿರಂತರ ಶಾಸ್ತ್ರಾಧ್ಯಯನ ಮತ್ತು ಸತತ ಮಾಧ್ಯಮಸಾಧನೆ ಅನಿವಾರ್ಯ ಪರಿಕರಗಳು. ಹಾಗೆಯೇ ವಿಜ್ಞಾನ ಲೇಖಕನಿಗೆ ನಿರಂತರ ಆಕರಗ್ರಂಥಾಧ್ಯಯನ ಮತ್ತು ಸತತ ಲೇಖನ ಕೃಷಿ.

ಸಹನೆ, ಶ್ರಮ, ತಪಸ್ಸು ಬೇಡುವ ಈ ಪರಿಕರ್ಮಗಳು ನಮ್ಮ ಅಳವಿಗೆ ಮೀರಿದ್ದಾದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ ವಾಙ್ಮಯಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಕೈಹಾಕದಿರುವುದೇ ಕ್ಷೇಮ.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ವಾಣಿ

ಸತ್ಯದ ಒಂದಿಷ್ಟು ತುಣುಕನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಮಾನವಿಡೀ ಶ್ರಮಿಸಿದ ಒಬ್ಬಾತನಿಗೆ ದೊರೆಯಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಂತ ಸಂತೃಪ್ತಿದಾಯಕ ಬಹುಮಾನವೆಂದರೆ ಇತರ ಜನ ಆತನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥವಿಸಿದ್ದಾರೆ ಹಾಗೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಸಂತೋಷ ಅನುಭವಿಸಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಅನುಭವಜನ್ಯ ಜ್ಞಾನದ ಆಧಾರ ಇಲ್ಲದೆ ಸತ್ಯದ ಗ್ರಹಿಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆಂಬುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ನಾವು ಇನ್ನಷ್ಟು ಒಳಹೊಕ್ಕು ನಮ್ಮ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಅಧಿಕ ವಿಸ್ತಾರ ಮತ್ತು ಪರಿವ್ಯಾಪ್ತಿ ಗಳಿಸಿದಂತೆಲ್ಲ ಆ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಕಡಿಮೆ ಅನುಭವಜನ್ಯ ಜ್ಞಾನ ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಅನು: ಜಿ. ಟಿ. ಎನ್.

ಎಂ. ಜಿ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್

ತೂರು ಬೂದಿ (FLY ASH)

ತೂರುಬೂದಿಯೆಂಬುದು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣವುಳ್ಳ ಬೂದಿ. ಇದು ಆಧುನಿಕ ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರ (Thermal Station)ಗಳಲ್ಲಿ, ಇಂಧನಗಳಾದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮತ್ತು ಲಿಗ್ನೈಟುಗಳನ್ನು ಉರಿಸುವುದರಿಂದ ಬರುವ ತ್ಯಾಜ್ಯ. ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ 400 ಮಿಲಿಯ ಟನ್ ತೂರು ಬೂದಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರ ವಿಲೇವಾರಿ (disposal) ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯೇ ಆಗಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಮುಂದಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಇನ್ನೂ ಬೃಹತ್ತಾಗಲಿದೆ. ಇದರ ಪರಿಹಾರಕ್ಕೆ ಪ್ರಪಂಚದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ತಂತ್ರಜ್ಞರು, ತಲೆತುರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯಾತ್ಮಕ ತ್ಯಾಜ್ಯವಾದ ತೂರು ಬೂದಿಯನ್ನು ಮುಂದೆ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಪ್ರವೇಶ: ಆಧುನಿಕ ಮಾನವನ ಪ್ರಗತಿಗೆ ಈಗ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು—ವಿದ್ಯುತ್ತು. ಅವನು ಬಳಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವು ಅವನ ಹಾಗೂ ಅವನ ದೇಶದ ಪ್ರಗತಿಯ ಮಟ್ಟದ ಸೂಚಿಯಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತು ನಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ಬಳಕೆಗೂ, ಸಾರಿಗೆಗೂ, ಬೃಹತ್ ಮತ್ತು ಪುಟ್ಟ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೂ ವ್ಯವಸಾಯಕ್ಕೂ ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಬೇಡಿಕೆ ಹೆಚ್ಚು. ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಏರುತ್ತಿರುವ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಬೃಹತ್ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾಗುತ್ತಲೇ ಇವೆ.

ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಗೆ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಬೇಕಾದುದು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ (Generator) ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ನೇಮಿತ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಡೆಬಿಡದೆ ತಿರುಗಿಸಬಲ್ಲ ಪ್ರಧಾನಚಾಲಕ (prime mover). ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ತಗುದಿ (capacity)ಯು ಈಚಿನ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿ 200 ಮೆಗಾವಾಟಿಗೆ* ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದಿಲ್ಲ. [ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ

---

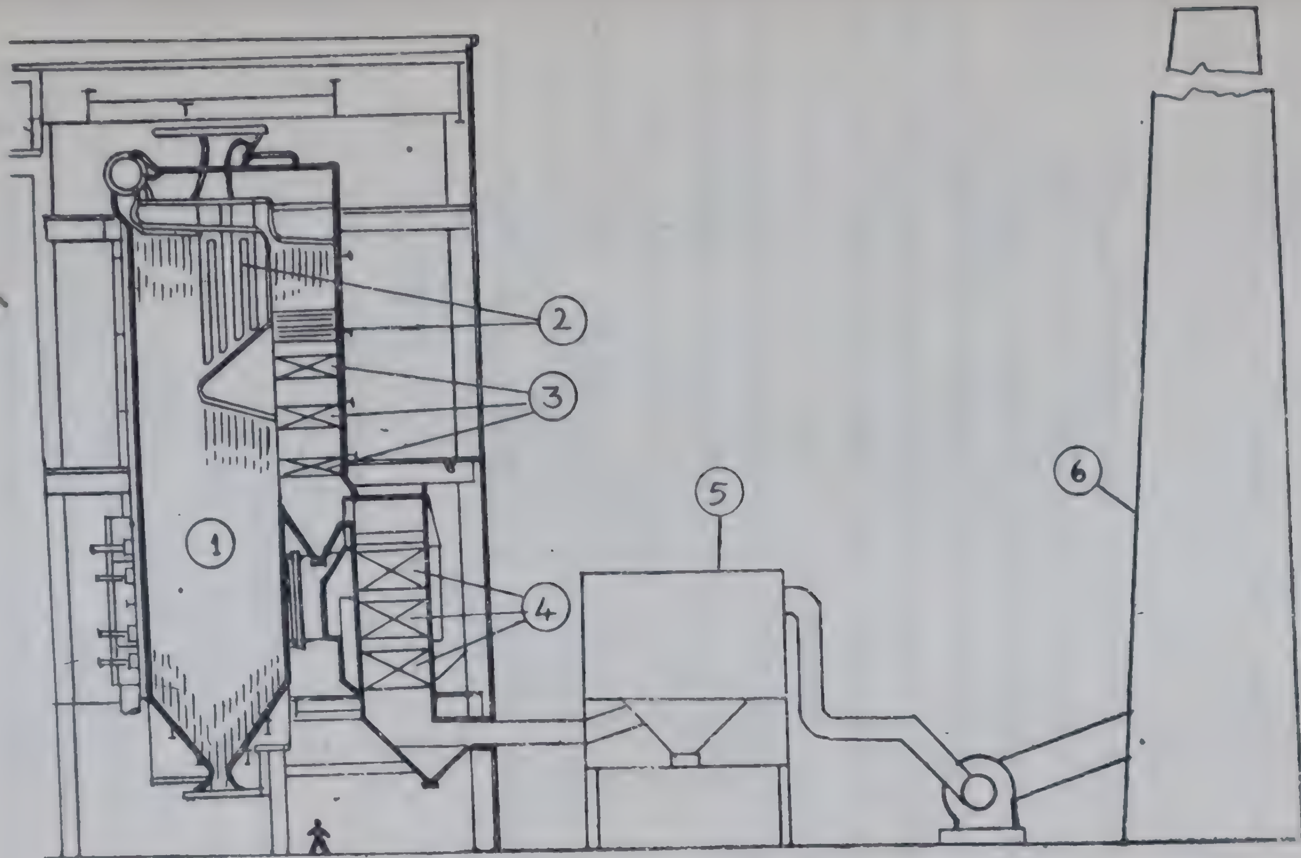
* ಒಂದು ಮೆಗಾವಾಟ್ ಎಂದರೆ 1,000,000 ವಾಟ್. ಒಂದು ಮೆಗಾವಾಟ್ ತಗುದಿ ಯೆಂದರೆ, ಒಂದು ಘಂಟೆಗೆ 1000 ಯುನಿಟ್ಟು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲುದು ಎಂದು.

ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ] ಪ್ರಸ್ತುತ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಘಟಕ ತಗುದಿ (Unit capacity) 1300 ಮೆಗಾವಾಟ್ ಆಗಿದ್ದು, ಇದು ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಭಾರಿಯ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳನ್ನು ಓಡಿಸಲು, ತಿರುಬಾನಿ (turbine)ಗಳನ್ನು ಅವುಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸುವರು. ಇವುಗಳು ಪ್ರಧಾನ ಚಾಲಕಗಳು; ಪ್ರಧಾನ ಚಾಲಕಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ಶಕ್ತಿಬೇಕು.

ತಿರುಬಾನಿಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ನಾವು ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳು ಎರಡು–ಜಲ ಮತ್ತು ಹಬೆ. ಜಲಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಿಗೆ ಜಲವಿದ್ಯುದಾಗಾರ (hydro power station)ವೆನ್ನುವರು, ಮತ್ತು ಹಬೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವುದಕ್ಕೆ ಹಬೆವಿದ್ಯುದಾಗಾರ (ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರ, thermal power station)ವೆನ್ನುವರು.

ಜಲಶಕ್ತಿಯು ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡಗಳ ನಡುವೆ ಬಿದ್ದು ಹರಿದೋಡುವ ನದಿಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನುಪಯೋಗಿಸಲು ದುರ್ಗಮವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಕಾಡು, ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡಗಳನ್ನು ದಾಟಿ ದೂರದ ಜನವಸತಿ ಹಾಗೂ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಿರುವ ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ರವಾನಿಸಬೇಕು. ಜಲವಿದ್ಯುದ್ಯೋಜನೆಯ ಮೊದಲ ವೆಚ್ಚ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚು. ಆದರೆ, ಜಲವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಯಂತ್ರ ಸಾಧನಗಳು ಸರಳವಾದುದರಿಂದ, ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ಅವುಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಬಹಳ ಅಗ್ಗದ್ದು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಿಂದ ಪರಿಸರಮಾಲಿನ್ಯದ ತೊಡಕೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದು ಕೊರತೆಯಿದೆ. ನದಿಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ನೀರಿನ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮಿತಿಯಿದೆ. ಅದ್ದರಿಂದ ಈ ಶಕ್ತಿಮೂಲದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೂ ಒಂದು ಮಿತಿಯಿದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ನದಿಯ ನೀರಿಗೆ ಆಧಾರ ಮಳೆ. ಮಳೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಬೀಳದಿದ್ದರೆ ನೀರಿನ ಕೊರತೆಯುಂಟಾಗಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಯು ನಿಂತೂ ಹೋಗಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, ನಂಬಿಕಾರ್ಹವಾಗಿ, ನಿರಂತರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಯು ಜಲಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದರೂ ಜಲಶಕ್ತಿಯು ಕಡೆಗೇ ನಮ್ಮ ಒಲವು. ಇದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಜಲಶಕ್ತಿಯ ಉಪಯೋಗದ ಗರಿಷ್ಠ ಮಿತಿಯನ್ನೂ ನಾವು ತಲಪುತ್ತೇವೆ.

ಹಬೆಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನಂಬಿಕಾರ್ಹವಾಗಿ, ಎಡೆಬಿಡದೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು. ಹಬೆಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಸಂದಣಿ ಹಾಗೂ ಜನಸಂದಣಿ ಎಲ್ಲಿದೆಯೋ, ಅಂದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬೇಡಿಕೆ ಎಲ್ಲಿದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುದಾಗಾರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬಹುದೂರದ ರವಾನೆಯ ಖರ್ಚು ಉಳಿತಾಯವಾಗುವುದಲ್ಲದೆ, ದೂರದ ರವಾನೆಯಿಂದಾಗಬಹುದಾದ



ಚಿತ್ರ 1 (1) ಒಲೆ, ಉರಿಕೋಣೆ; (2) ಪರಮ ತಾಪಕ; (3) ಜಲತಾಪಕ: (4) ವಾಯುತಾಪಕ;
(5) ಬೂದಿಯ ಬೇರ್ಪಡೆ ಸಾಧನ; (6) ಹೊಗೆಗೊಳವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ನಷ್ಟವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಪರಿಸರ ಮಾಲಿನ್ಯವು ಇದಕ್ಕಂಟಿ ಕೊಂಡಿರುವ ಕೊರತೆ.

ಹಬೆ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತಯಾರಿಕೆಯ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತಗುದಿಯ ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆ ಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ, ಅಂದರೆ ಹಬೆ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಉರವಲನು ದೂರದ ಗಣಿಗಳಿಂದ ಸಾಗಿಸಬೇಕಷ್ಟೆ!

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಹಬೆವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿ ಹಬೆ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಲಿಗ್ನೈಟು, ಡೀಸಲ್ ಎಣ್ಣೆ, ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅನಿಲ (natural gas)ವನ್ನು ಬಳಸುವರು. ಈಚೆಗೆ ಅಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವರು.*

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಉರವಲುಗಳಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ದೊರೆಯುವುದು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮತ್ತು ಲಿಗ್ನೈಟು. ಇವುಗಳನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಉರಿಸುವುದರಿಂದ ಮಾತ್ರ ಬೂದಿಯು ಬರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ನಮ್ಮ ಲೇಖನದ ವಸ್ತು—ತೂರುಬೂದಿ.

ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರ: ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರದ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಸಾಧನವು ಬಾಯ್ಲರು (ಹಬೆಜನಕ). ಇದರಲ್ಲಿ ಉರವಲನ್ನು ಉರಿಸಿ, ಹಬೆಯನ್ನು ಬೇಕಾದ ಉಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸುವರು. ಹಬೆಯ ಒತ್ತಡವು 100 ಕಿ.ಗ್ರಾಂ/ಚಸೆಂ.ರಿಂದ 246 ಕಿಗ್ರಾ./ಚಸೆಂ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು 530°ರಿಂದ 580°ಸೆ. ಇರುತ್ತದೆ. ಹಬೆಯ ಪರಿಮಾಣವು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ತಗುದಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಬಾಯ್ಲರಿನ ಅಳತೆ ಮತ್ತು ಉರಿಸಬೇಕಾದ ಉರವಲಿನ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಚಿತ್ರ (1)ರಲ್ಲಿ ಬಾಯ್ಲರಿನ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಬಾಯ್ಲರುಗಳ ಒಲೆಗಳಲ್ಲಿ, ಹಬೆ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು, ಉರವಲಾದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮತ್ತು ಲಿಗ್ನೈಟನ್ನು ಉರಿಸಬೇಕು. ಇವುಗಳನ್ನು ಉರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ, ಹೆಂಟೆಗಳನ್ನು ಒಡೆದು ಸುತ್ತಿಗೆ ಮಿಲ್ಲು (hammer mill) ಅಥವಾ ಗುಂಡು ಮಿಲ್ಲು (ball mill)ಗಳಲ್ಲಿ ನಯವಾಗಿ ಅರೆದು ಹುಡಿಮಾಡಿ, ಶುಷ್ಕವಾಗಿಸಿ, ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಬಾಯ್ಲರಿನ ಒಲೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಡುವರು. ಅಲ್ಲಿ ಉರಿದು ಉಂಟಾದ ಬೂದಿಯ ಶೇ 75ರಷ್ಟು ಭಾಗವು ಹೊಗೆ ಯೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರವಾಗಿ[1] ಬಾಯ್ಲರಿನೊಳಗೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಪರಮತಾಪಕ (super heater), ಜಲತಾಪಕ (economiser) ಮತ್ತು ವಾಯುತಾಪಕ (air heater)ಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾದು, ಬೂದಿ ಬೇರ್ಪಡೆ (ash precipitator) ಸಾಧನಗಳಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ.

---

* ಇತರ ಶಕ್ತಿಮೂಲಗಳಾದ ಸೌರಶಕ್ತಿ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಹಬೆ ಸಮುದ್ರಶಕ್ತಿ ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ವಿವಿಧ ಹಂತದಲ್ಲಿವೆ.

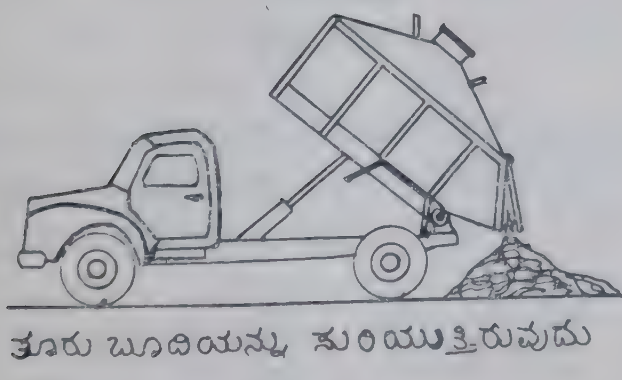
ಇಲ್ಲಿ ಬಹುಪಾಲು ಬೂದಿಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಉಳಿದುದನ್ನು ಹೊಗೆಯೊಂದಿಗೆ, ವಿಸ್ತಾರವಾದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹರಡಿ ಹಂಚಿಹೋಗಲು ಎತ್ತರದ ಹೊಗೆಗೊಳವೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಬೂದಿಯು ಎಷ್ಟು ನಯವಾಗಿರುವುದೆಂದರೆ, ಇದನ್ನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೂರಿಬಿಡಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ "ತೂರುಬೂದಿ" [Flyash, pulverised fuelash] ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯ ಸಮಸ್ಯೆ: ಒಂದು ಸಾವಿರ ಯೂನಿಟ್ಟು ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಉರವಲಿನಿಂದ 150 ಕಿಗ್ರಾಂ ತೂರುಬೂದಿಯು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ.[1] ಒಂದೊಂದು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ತಗುದಿ ಕನಿಷ್ಠ 200 ಮೆಗಾವಾಟ್ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ದಿವಸಕ್ಕೆ 720 ಟನ್ ತೂರುಬೂದಿಯು ಹೊಗೆಯೊಂದಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮೆಗಾವಾಟ್ ತಗುದಿಯ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರದಿಂದ ದಿವಸಕ್ಕೆ 3600 ಟನ್ ತೂರು ಬೂದಿಯು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಬಿಟ್ಟೆವಾದರೆ, ವಿದ್ಯುದಾಗಾರದ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಹಲವಾರು ಚದರ ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳವರೆಗಿನ ಜಾಗ ಬೂದಿಯ ಶೇಖರಣೆಯಾಗಿ, ಪರಿಸರಮಾಲಿನ್ಯದಿಂದ ವಾಸಕ್ಕಾಗಲೀ, ಕೃಷಿಗಾಗಲಿ ಆಯೋಗ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಿಸರ ಮಾಲಿನ್ಯವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲೂ, ಕೆಲವು



ತೂರು ಬೂದಿ ಹೊತ್ತ ಟ್ರಕ್ಕು



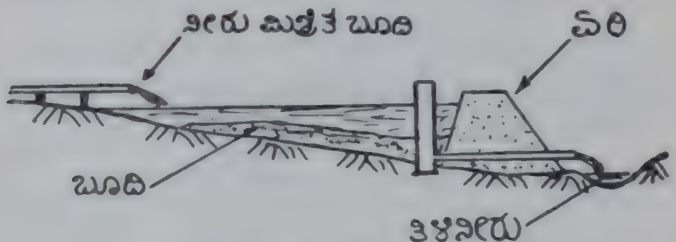
ತೂರು ಬೂದಿಯನ್ನು ಸುರಿಯುತ್ತಿರುವುದು

ಚಿತ್ರ (2)

ಉಪಕರಣಗಳ ಮೇಲಾಗುವ ಕೆಡಕು ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲೂ, ತೂರು ಬೂದಿಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವರು.

ಈ ರೀತಿ ದಿನಗಟ್ಟಲೆ, ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಶೇಖರವಾಗುವ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನೇನು ಮಾಡಬೇಕು ಎಂಬುದು ಬಹುದೊಡ್ಡ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸರಳವಾದ ಪರಿಹಾರವು—ಹಳ್ಳಕೊಳ್ಳಗಳನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ತುಂಬುವುದು. ಮುಚ್ಚಿದ ಟ್ರಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ–2) ಹಳ್ಳಗಳಿರುವೆಡೆಗೆ ರವಾನಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ತುಂಬುವರು. ಹಳ್ಳಗಳಿಲ್ಲದಿರುವೆಡೆ, ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಜಾಗಗಳನ್ನಾರಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಗುಪ್ಪೆಹಾಕಬೇಕು. ಸುರಿದ ಬೂದಿಯ ಮೇಲೆ ಆಗಾಗ ನೀರನ್ನು ಸಿಂಪಡಿಸಿದರೆ, ಗಾಳಿಯಿಂದ ಧೂಳು ಹಾರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ರೀತಿಯ ವಿಲೇವಾರಿಗೆ ಟ್ರಕ್ಕುಗಳ ಮೆರವಣಿಗೆಯೇ ಹೋಗಬೇಕು, ಅಲ್ಲದೆ, ಟ್ರಕ್ಕಿನಿಂದ ಸುರಿಯುವಾಗ ಧೂಳಿಲ್ಲದಂತೆ ಮಾಡುವುದೂ ಅಸಾಧ್ಯ.

ಟ್ರಕ್ಕುಗಳಿಂದ ರವಾನೆ ಮತ್ತು ಧೂಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಕಲಸಿ, ನೀರಾದ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಪಂಪಿಸಿ, ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಭಾರೀ ಕೊಳಗಳಿಗೆ ಬಿಡುವರು. ಇವನ್ನು ಬೂದಿಕೊಳ (Ash pond) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಅಲ್ಲಿ ತೂರುಬೂದಿಯು ತಳದಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗಿ ತಿಳಿನೀರು ನದಿ, ಕೊಳ್ಳಗಳಿಗೆ ಹರಿದುಹೋಗುವುದು. (ಚಿತ್ರ 3)



ಚಿತ್ರ-(3)

ಬೂದಿ ಕೊಳ

ಈ ನೀರನ್ನು ಆಗಾಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗೊಳಪಡಿಸಿ, ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವರು. ಇದೇ ರೀತಿ ಹಳೆಯ ಗಣಿಗಳಿರುವೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ತುಂಬಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಮುದ್ರತೀರದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬೂದಿಮಿಶ್ರಿತ ನೀರನ್ನು ಸಮುದ್ರಕ್ಕೇ ಬಿಡುವರು.

ತೂರುಬೂದಿಯ ವಿಲೇವಾರಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಈ ಎರಡು ಪರಿಹಾರಗಳು ಸರಳವಾದುವಾದರೂ, ಒಂದು ತೊಡಕಿದೆ. ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮೆಗಾವಾಟ್ ತಗುದಿಯ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರವು ಶೇ 38ರಷ್ಟು ಬೂದಿಯ ಅಂಶವಿರುವ ಉರವಲನ್ನು 30 ವರ್ಷಗಳ

ಕಾಲ ಉರಿಸಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ತೂರುಬೂದಿಯ ವಿಲೇವಾರಿಗೆ 14 ಚದರ ಕಿಲೋಮೀಟರು (1400 ಹೆಕ್ಟೇರು) ಜಾಗಬೇಕು.[2] ಇಷ್ಟು ಜಾಗವು ದಿನದಿನವೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಊರು, ನಗರಗಳ ಬಳಿ ಅಗ್ಗವಾಗಿ ಎಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಬೇಕು! ಎಲ್ಲೋ ದೂರ ಸಿಕ್ಕುವುದಾದರೇ, ಅಲ್ಲಿಗೆ ಅಗಾಧವಾಗಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತಿರುವ ತೂರು ಬೂದಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ! ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಯು ಏರುತ್ತಲೇ ಹೋಗುತ್ತಿದೆ. ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ನೆಲವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ತೂರುಬೂದಿಯ ವಿಲೇವಾರಿಗೆ ಹಾಳುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವೇ!

ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಈಗ ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಸುಮಾರು 400 ಮಿಲಿಯ ಟನ್ ತೂರು ಬೂದಿಯು ಉತ್ಪಾದವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸೋವಿಯಟ್ ಒಕ್ಕೂಟದ್ದು ಸಿಂಹಪಾಲು, ನಂತರ ಬರುವುದು ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನ. ಈ ಅಗಾಧವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಕಡೆಗೆ ಹತ್ತಾರು ಸಂಘಗಳ, ಸಂಸ್ಥೆಗಳ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ, ತಂತ್ರಜ್ಞರ ಗಮನ ಹರಿದು, ಅದರ ಸದುಪಯೋಗ ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ ಅಮೆರಿಕದ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಆಷ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ (National Ash Association), ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತರಾಜ್ಯ (U.K.)ದ ಬಿಲ್ಡಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಎಸ್ಟಾಬ್ಲಿಷ್ ಮೆಂಟ್ ಹಾಗೂ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಸಿಟಿ ಜನರೇಟಿಂಗ್ ಬೋರ್ಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪರಿಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕಾರ್ಯಗತವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನೆಯ ವಿವಿಧ ಹಂತದಲ್ಲಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಮುಂದೆ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ತೂರುಬೂದಿಯ ಸಂಯೋಜನೆ: ತೂರುಬೂದಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಜನೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಭೌತಿಕಗುಣಗಳು, ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಅಥವಾ ಲಿಗ್ನೈಟಿನ ದರ್ಜೆಯ ಮೇಲೆ ಆಧಾರಪಡುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಅವೂ ಒಂದು ಮಿತಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯು ಒಂದು ನಯವಾದ ಹುಡಿ ಸಿಮೆಂಟಿಗಿಂತ ನಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಉರವಲಿನ ದರ್ಜೆಗನುಗುಣವಾಗಿ, ಅದರ ಬಣ್ಣವು ಬೂದಿಯ ಬಣ್ಣದಿಂದ ಸಿಮೆಂಟಿನ ಬಣ್ಣದವರೆಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ಸಿಲಿಕಾದ ಕಾಚಿಸಿದ (ಗಾಜಿನಂತಿರುವ) ಗೋಳಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸೆನೋಗೋಳ (Cenosphere) ಎನ್ನುವರು. ಇದರ ವ್ಯಾಸವು 20ರಿಂದ 50 ಮೈಕ್ರಾನುಗಳು (ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನು $= \frac{1}{1000}$ ಮಿಮಿ). ಇದಲ್ಲದೆ ನಾನಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಇದ್ದು, ಅವುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಅಂಶಗಳು ಹೀಗಿವೆ:

ಸಿಲಿಕಾ (SiO_2)—50ರಿಂದ 60% ;

ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಾ (MgO)—1ರಿಂದ 4%

ಅಲ್ಯುಮಿನಾ (Al_2O_3)—20ರಿಂದ 30% ;

ಪೊಟಾಸಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡು (K_2O)—1ರಿಂದ 3%

ಕಬ್ಬಿಣದ ಆಕ್ಸೈಡು (Fe_2O_3)—10ರಿಂದ 30% ;

ಸೋಡಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡು (Na_2O)—0.4ರಿಂದ3%

ಸುಣ್ಣ (CaO)—2ರಿಂದ 7% ;

ಗಂಧಕದ ಟ್ರೈ ಆಕ್ಸೈಡು (SO_3)—0,2ರಿಂದ 3%

ಟೈಟಾನಿಯಂ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡು—(TiO_2)—0.4 ರಿಂದ 1.5%

ಇಂಧನಾಂಶ—3ರಿಂದ 13%

ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಬೋರಾನ್, ರಂಜಕ, ಯುರೇನಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ, ತಾಮ್ರ, ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್, ನಿಕ್ಕಲ್, ಸತು, ಸ್ಟ್ರಾಂಚಿಯಂ, ಬೇರಿಯಂ, ಪಾದರಸ, ಸೆಲೆನಿಯಂ, ಆರ್ಸೆನಿಕ್, ಜರ್ಮೇನಿಯಂ, ಇವುಗಳು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ತೂರುಬೂದಿಗಳಲ್ಲಿವೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯ ಉಪಯೋಗ: ತೂರುಬೂದಿಯ ಈ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಕೃಷಿ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ.

(1) **ಕೃಷಿಕ್ಷೇತ್ರ**: ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳಾದ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ (ಸುಣ್ಣ), ರಂಜಕ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಬೋರಾನ್ ಮತ್ತು ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂಗಳು ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಗೆ ಅನುಕೂಲಕರ. ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ ಮತ್ತು ಬೋರಾನ್‌ಗಳು ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.[3] ಆದ್ದರಿಂದ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಗೊಬ್ಬರದೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿ ಬಳಸಬಹುದು. ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿ, ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಗತಿಯ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆದಿದೆ.[4] ಬೂದಿಕೊಳಗಳು ತುಂಬಿದನಂತರ ಅವುಗಳನ್ನು ತ್ಯಜಿಸುವರು. ಆಗ ನೀರೆಲ್ಲಾ ಹರಿದು ಹೋಗಿ ಬರಿ ತೂರುಬೂದಿ ಮಾತ್ರ ಶೇಖರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರದೇಶವನ್ನೂ ಗಣಿಗಳಿಂದ ಆಗೆದು ಹೊರತೆಗೆದು ಹರಡಿರುವ ಮಣ್ಣಿನ ಪ್ರದೇಶವನ್ನೂ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಗಣಿಗಳಿಂದ ಹೊರತೆಗೆದ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಸಾರಯುತ ವಸ್ತುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳಿಗೆ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ನೇಮಿತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರಸುವುದರಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳು ಸೊಂಪಾಗಿ ಬೆಳೆದಿರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

ಆದರೂ ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬೋರಾನ್, ಪಾದರಸ, ಮಾಲಿಬ್ಡಿನಂ, ಸೆಲೀನಿಯಂ, ಮತ್ತು ಸತುವು, ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವುದಾದರೆ ದೇಹಕ್ಕೆ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಎಂಬ ಆತಂಕವುಂಟಾಗಿ, ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನವು ಆಳವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಹೀಗಿದ್ದೂ ಕೃಷಿಯಲ್ಲಿ ತೂರುಬೂದಿಯ ಬಳಕೆ ಆಶಾದಾಯಕವಾಗಿದೆ.

ಗ್ರಾಮುಸಾರದ ಬಗ್ಗಡ (sewage shudge) ದೊಂದಿಗೆ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಬಳಸುವುದರಿಂದ ಕೃಷಿಗೆ ಬಹಳ ಅನುಕೂಲವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.[5]

ಮಣ್ಣಿನ PH ಮೌಲ್ಯವು ಸೊನ್ನೆ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೆ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಗೆ ಬಹಳ ಅನುಕೂಲ–ಮಣ್ಣು ಆಮ್ಲೀಯವಾಗಿದ್ದರೆ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬೆರೆಸುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಬಹುದು.[6] ಇದಕ್ಕೆ ತೂರುಬೂದಿಯು ಕ್ಷಾರಯುತ ವಾಗಿರುವುದೇ ಕಾರಣ.

(2) **ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರ** : ತೂರುಬೂದಿಯ ವಿಲೇವಾರಿಯ ಒಂದು ವಿಧಾನ, ಅದನ್ನು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿ ಬೂದಿಕೊಳದಲ್ಲಿ ಬಿಡುವುದೆಂದು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವಾಗ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಸಿಟಿ ಜನರೇಟಿಂಗ್ ಬೋರ್ಡಿನವರು ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರು.[7] ತೂರುಬೂದಿಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ತೇಲುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಬೂದಿಯನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ (ಇದನ್ನು ತೇಲುಬೂದಿ (floatash) ಎಂದು ಕರೆದರು) ಆಳವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದರು. ಅದರ ಗುಣಗಳು ಹೀಗಿದ್ದುವು :

(ಅ) ತೇಲುಬೂದಿಯ ತೂಕವು ತೂರುಬೂದಿಯ ತೂಕದ $\frac{1}{3}$ರಷ್ಟು ಇತ್ತು.

(ಆ) ತೇಲುಬೂದಿಯ ಅಂಶವು ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇ 20ರಷ್ಟಿತ್ತು.

(ಇ) ಅದರ ಬಣ್ಣವು ಬಿಳಿಯಾಗಿತ್ತು.

(ಈ) ಅದರ ಕಣಗಳು ತೂರುಬೂದಿಯದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿದ್ದುವು.

(ಉ) ಅದರ ಕಣಗಳು ಒಂದೇ ಅಳತೆಯದಾಗಿದ್ದುವು.

(ಊ) ಅದರಲ್ಲಿ ಅಲ್ಯುಮಿನ ಮತ್ತು ಸಿಲಿಕಾದ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿತ್ತು, ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಂಶ ಕಡಮೆಯಿತ್ತು.

ತೇಲುಬೂದಿಯ ಉಪಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪರೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸಿದಾಗ, ಇದು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಶಾಖನಿರೋಧಿ (refractors)ಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಮೂಲವಸ್ತುವಾಗಬಲ್ಲು ದೆಂದೂ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ವೇಗ ವರ್ಧಕವಾಗಿ (Catalyst) ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿಯಿತು.

ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇ 18ರಷ್ಟು ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಂಶವಿದೆ. ಇದನ್ನು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಗೋಲೀಕರಿಸಿ (ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಂಶವು ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವುದು. ಅವುಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಗೋಲಿಗಳ ಅಥವಾ ಸಣ್ಣ ಬಿಲ್ಲೆಗಳ ರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವರು) ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಕಬ್ಬಿಣ ಅಂಶವಿಲ್ಲದೆ ಉಳಿದ ಈ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಸಿಮೆಂಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಚ್ಚಾವಸ್ತುವಾದ ಜೇಡುಶಿಲೆಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.[8]

ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗೋಳಗಳಿವೆ. ಇವನ್ನು ಸೆನೋಗೋಳ (cenosphere) ಎನ್ನುವರು. ಸೆನೋಗೋಳಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳೊಂದಿಗೆ

ಬೆರೆಸಿ, ಆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಶಾಖನಿರೋಧಿಯನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಸೆನೋಗೋಳಗಳನ್ನು ಪೆಯಿಂಟುಗಳು ಅವಾಹಕ (insulation)ಗಳ ಮತ್ತು ರಬ್ಬರಿನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ರಾಳಗಳೊಂದಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು. ಪಾಲಿಎಸ್ಟರ್ ರಾಳ–ಸೆನೋಗೋಳದ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಮರದ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳ ರಿಪೇರಿಗೆ ಬಳಸಬಹುದು.[9] ಸೆನೋಗೋಳ–ಇಪಾಕ್ಸಿ ನೊರೆಯನ್ನು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಅವಾಹಕವಾಗಿಯೂ ಅಲ್ಪ ಉರುಗುಬಿಂದುವುಳ್ಳ (low melting) ಮಿಶ್ರಲೋಹದ ಉದ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದ ಅಚ್ಚುಗಳಿಗೆ ಬಳಸಬಹುದು.

ಗ್ಯಾಸೊಲೀನ್ ಮತ್ತು ಹಲವು ಇತರ ಎಣ್ಣೆಗಳು, ಅವುಗಳ ಟ್ಯಾಂಕುಗಳು ಒಡೆದಾಗ ಅಥವಾ ಅಪಘಾತಕ್ಕೀಡಾದಾಗ, ಅವುಗಳ ರವಾನೆಯ ಪೈಪುಗಳು ಬಿರಿದಾಗ ಚೆಲ್ಲಿ, ಹರಡಿ ಹಾನಿಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ತೈಲಗಳನ್ನು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಹೀರಲು ಇಜ್ಜಲು ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಬಳಸುವರು. ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಫಲಕಾರಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಫೀನಾಲನ್ನು ಹೀರಲೂ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬಳಸುವರು.[3]

ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಶಾಖನಿರೋಧಿಗಳ ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಅಲ್ಯುಮಿನವನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.[10] ಅಪೂರ್ವ ಲೋಹಗಳಾದ ತಾಮ್ರ, ತವರ. ಸತು, ನಿಕ್ಕಲ್, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ, ಕ್ರೋಮಿಯಂ, ಟೈಟಾನಿಯಂ, ವೆನೆಡಿಯಂ, ಸ್ಟ್ರಾಂಚಿಯಂ, ಬೇರಿಯಂ, ಲಿಥಿಯಂಗಳನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಅವಾಹಕವಾಗಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುವ ಖನಿಜತುಪ್ಪಟ (mineral wool)ದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ, ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಪೆಯಿಂಟು ಮತ್ತು ಪುಟ್ಟಿ (ಲೆಪ್ಪ)ಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಸ್ತುವಾಗಿಯೂ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ನಿವಾರಣೆಗೆ, ಕೈಗಾರಿಕಾಶೋಧಕ (Indestrial Filter)ಗಳಲ್ಲಿ, ಗ್ರಾಮಸಾರದ ಸಂಸ್ಕರಣಕ್ಕೂ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು.

(3) **ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರ** : ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ತೂರುಬೂದಿಯ ಉಪಯೋಗವು ಅಪಾರವಾಗುತ್ತಿರುವುದು ಸಿವಿಲ್ ಇಂಜನಿಯರ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ. ಈ ಉಪಯೋಗಗಳ ಸ್ಥೂಲಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

(ಅ) ಕಲ್ಲುಗಣಿಗಳಿಂದ ಕಲ್ಲನ್ನು ತೆಗೆದಮೇಲೆ ಉಳಿಯುವುದು ದೊಡ್ಡ ಹಳ್ಳಗಳು. ಇವುಗಳು ಅಪಾಯಕಾರಿ, ಅಲ್ಲದೆ ನೀರು ತುಂಬಿಕೊಂಡು ಅನಾರೋಗ್ಯ ಕಾರಕವೂ ಆಗುವುವು. ಈ ಹಳ್ಳಗಳನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಭರ್ತಿಮಾಡಿ, ಆ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಪುನಃ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ರಸ್ತೆ ಹಾಗೂ ರೈಲುದಾರಿಯ ಏರಿ (Embankment)ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೂ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು.

ಇದಕ್ಕೆ ತೂರುಬೂದಿಯೊಂದಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಪರಿಮಾಣದ (ಸುಮಾರು ಶೇ 18ರಿಂದ 31ರಷ್ಟು) ನೀರನ್ನು ಸೇರಿಸಿ, ಕಲಸಿ, ಪದರಪದರವಾಗಿ ಹರವಿ ಅಡಕಿಸುವರು.

(ಆ) ಕೆಲವು ಮಣ್ಣುಗಳು ಕಟ್ಟಡ, ರಸ್ತೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿಂದ ಹೇರಲ್ಪಡುವ ಭಾರವನ್ನು ಹೊರಲು ನಂಬಿಕಾರ್ಹವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳ ಭಾರ ಹೊರುವ ತಗುದಿ (Capacity)ಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು, ಆ ಮಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸಿಮೆಂಟಿನೊಂದಿಗೂ, ಸೂಕ್ತ ಪರಿಮಾಣದ ನೀರಿನೊಂದಿಗೂ ಕಲಸಿ, ಪದರಪದರವಾಗಿ ಹರಡಿ, ಅಡಕಿಸುವರು. ಈ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಸಿಮೆಂಟಿನ ಶೇ 90ರಷ್ಟು ಭಾಗವನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸಿ (replace, substitute) ಅಷ್ಟೇ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಫಲಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ರಸ್ತೆಯ ತಳಗಳ, ರಸ್ತೆಯ ಪಕ್ಕಗಳ (shoulder) ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಷೇತ್ರದ ರಸ್ತೆಗಳ, ಕಾಲುದಾರಿಯ ಅಡಿಪದರುಗಳ, ಕಾರ್ಖಾನೆಯ ನೆಲಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಗಳಿಗೆ ಅಳವಡಿಸುತ್ತಿರುವರು. ತೂರುಬೂದಿಯೊಂದಿಗೆ ಸಿಮೆಂಟಿಗೆ ಬದಲು ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಬೆರೆಸಿದರೂ ಇಷ್ಟೇ ಸಮರ್ಪಕತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

(ಇ) ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ '' ಪೋಜೋಲಾನ '' ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಪೋಜೋಲಾನಾಗಳು ಕೆಲವು ಸಿಲಿಕಾಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು. ಇವುಗಳು ಸ್ವತಃ ಅಂಟುಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇವುಗಳು ನಯವಾಗಿದ್ದಾಗ ಮತ್ತು ತೇವದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಸಿಮೆಂಟಿನ ಜಲಸಂಯೋಗ (hydration)ದಿಂದುಂಟಾಗುವ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸೈಡಿನೊಂದಿಗೆ, ಸಾಧಾರಣ ಉಷ್ಣತೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಗಗೊಂಡು, ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಸಿಮೆಂಟಿನಂತೆ ಅಂಟುಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಗುಣದ ಲಾಭ ಪಡೆಯಲು ಪೋಜೋಲಾನಗಳನ್ನು ಸಿಮೆಂಟಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆರಸುವರು. ಪೋಜೋಲಾನಾಗಳಾಗಿ ಸುಟ್ಟ ಜೇಡಿ, ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಯ ಕೆಲವು ಪದಾರ್ಥಗಳು, ಡಯಾಟೊಮೇಷನ್ ಮಣ್ಣು ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರು. ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನೂ ಪೋಜೋಲಾನಾವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದೆಂದು ಕಂಡುಕೊಂಡನಂತರ ಹೇರಳವಾಗಿ ಅದರ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯ ಈ ಗುಣದಿಂದ ಸಿಮೆಂಟ್ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಸಿಮೆಂಟನ್ನು ಶೇ 25ರವರೆಗೂ ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೇನೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ದಿನಕಳೆದಂತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಯೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಬಹುಪಾಲು ತೂರುಬೂದಿಗಳು ಪೋಜೋಲಾನಾವಾಗಿ ಬಳಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾದವುಗಳು. ಒಂದು ತೂರುಬೂದಿಯ ಸೂಕ್ತತೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಭಾರತೀಯ ಮಾನಕ ವಿವರಣೆ—IS : 3812 (Part I) (for Indian)—1966ರ* ನೆರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಕಟ್ಟಡಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬಹುಪಾಲು 1:2:4 ಮತ್ತು $1:1\frac{1}{2}:3$ (ಇದು ಸಿಮೆಂಟು, ಮರಳು ಮತ್ತು ಜಲ್ಲಿಯ ನಡುವಣ ಅನುಪಾತ) ಅನುಪಾತದ ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮವಾದ ತೂರುಬೂದಿಮಿಶ್ರಿತ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಅನುಪಾತಗಳು $1:\frac{1}{2}:2\frac{1}{2}:5$, ; $1:\frac{1}{2}:1\frac{7}{8}:3\frac{3}{4}$. ಈ ಅನುಪಾತ ಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಅಂಶ ತೂರುಬೂದಿಯದು.

ಸಿಮೆಂಟ್ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಮೂಲಕ ನೀರುತೂರಲು ಕಾರಣ, ಅದರಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಯಾಗುವ ಸುಣ್ಣದ ಕ್ಷಾಳನ (leaching). ಈ ಸುಣ್ಣದೊಂದಿಗೆ ತೂರುಬೂದಿಯು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಗಾಗಿ ಸ್ಥಿರ ಸಂಯುಕ್ತಗಳುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಕ್ಷಾಳನವಿಲ್ಲ ದಂತಾಗಿ, ನೀರು ತೂರುವಿಕೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ತೂರುಬೂದಿಯ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಸಲ್ಫೇಟು ನಿರೋಧತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದು ಮತ್ತು ಉತ್ಸ್ರವಣವು (bleeding) ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. (ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ಇರಿಸಿ, ಅಡಕಿಸಿ, ಒಪ್ಪವಮಾಡಿದ ನಂತರ, ಅದರೊಂದಿಗೆ ಕಲಸಿದ ನೀರಿನ ಒಂದಂಶವು, ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಬಂದು ಶೇಖರವಾಗುವುದು. ಇದು ಉತ್ಸ್ರವಣ).

ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಬಲಿಯುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಾದ ಜಲಸಂಯೋಗ (hydration)ದಿಂದ ಅಪಾರವಾದ ಶಾಖವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು. ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬೆರೆಸುವುದರಿಂದ ಈ ಶಾಖದ ಪರಿಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಶಾಖದ ಪರಿಣಾಮಗಳಾದ ಕುಗ್ಗುವರಿ (shrinkage) ಮತ್ತು ಬಿರುಕು ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುವುದು.

ಕಾಂಕ್ರೀಟಿಗೆ ಕಲಸುವ ಮರಳಿಗೆ ಬದಲು ಅಂಶಿಕವಾಗಿಯಾಗಿಯಾಗಲಿ, ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿಯಾಗಲಿ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು.

ತೂರುಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗೋಳಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಇದನ್ನು ಬೆರೆಸ ವುದರಿಂದ, ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಕಾರ್ಯಶೀಲತೆ (workability) ಹೆಚ್ಚುವುದು, ಅಲ್ಲದೆ ನಯಗಾರಿಕೆಯೂ ಸುಲಭ. (ಕಾರ್ಯಶೀಲತೆಯು ಹಸಿಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಗುಣ. ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಇರಿಸುವುದೂ, ಅಡಕಿಸುವುದೂ ಮತ್ತು ಒಪ್ಪವಮಾಡುವುದೂ ಈ ಗುಣವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಕಾರ್ಯ ಶೀಲತೆಯು ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಇರಿಸಲೂ, ಅಡಕಿಸಲೂ, ಒಪ್ಪವಮಾಡಲೂ, ಇರಬೇಕಾದ ಅದರ ಒಂದು ಪರಿಸ್ಥಿತಿ.) ಈ ರೀತಿ ಕಾರ್ಯಶೀಲತೆಯು ಉತ್ತಮ ಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಕಾರ್ಯಶೀಲತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು, ಕಾಂಕ್ರೀಟಿ ನೊಂದಿಗೆ ಕಲಸಲು ಕಡಿಮೆ ನೀರು ಸಾಕು.

---

* Indian Standard : Specification for fly ash–Part I for use as Pozzolana.

ನೀರುಗಾರೆ (grout)ಯಲ್ಲೂ ಸಿಮೆಂಟನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸಬಹುದು.

ಈ ರೀತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಯ ಸಿಮೆಂಟನ್ನು ಅಗ್ಗದ ತೂರಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸುವುದರಿಂದ ವೆಚ್ಚ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಲ್ಲದೆ, ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಕೆಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಈ ರೀತಿಯ ತೂರುಬೂದಿ ಮಿಶ್ರಿತ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಬಳಕೆಯು ಮುಂಚೆ ಅಣೆಕಟ್ಟುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದು, ಈಗ ಸಿಮೆಂಟಿನ ಗಾರೆ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ರೀತಿಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಕಟ್ಟಡಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೂ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿರುವ ಮಿಚೆಲ್ ಪವರ್ ಪ್ಲಾಂಟ್‌ನ 380 ಮೀಟರು ಎತ್ತರದ ಹೊಗೆಗೊಳವೆಯು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಎತ್ತರದ್ದು. ಇದರ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಶೇ 20ರಷ್ಟು ಸಿಮೆಂಟನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸಲಾಗಿದೆ.[11]

(ಈ) ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಿಮೆಂಟನಷ್ಟೇ ಫಲಕಾರಿಯಾದ ಪೋರ್ಟ್ ಲ್ಯಾಂಡ್ ಪೋಜೋಲಾನಾ ಸಿಮೆಂಟನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ.

(ಉ) ನಮಗೆ ಚಿರಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಜಲ್ಲಿ *ಮತ್ತು ಮರಳನ್ನು* ಸಿಮೆಂಟಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆರಸುವರು. ಇದರ ತೂಕವು ಒಂದು ಘನಮೀಟರಿಗೆ ಸುಮಾರು 2300 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಇರುತ್ತದೆ. ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (strength)ವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡದೆ, ಅದರ ತೂಕವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದರೆ, ನಮಗೆ ಅನುಕೂಲವಲ್ಲವೇ! ಈ ಹಗುರತೆಯಿಂದ ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಕಟ್ಟಡಗಳ ಕಂಬ, ತೊಲೆ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಅಳತೆಯನ್ನು, ಅಡಿಪಾಯದ ಮೇಲೆ ಬಂದೆರಗುವ ಭಾರವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಉಕ್ಕಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯೂ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟನ್ನು ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟು (light weight concrete) ಎನ್ನುವರು. ಇದರ ಒಂದು ಘನಮೀಟರು 1200ರಿಂದ 1800 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ತೂಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದುದು ಹಗುರವಾದ ಸಮುಷ್ಟಿಗಳು.

ಹಗುರವಾದ ಸಮುಷ್ಟಿಗಳನ್ನು ತೂರುಬೂದಿಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ತೂರುಬೂದಿಯ ಕಣಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸುಡದ ದಾಹ್ಯಾಂಶ, ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಲವಣಗಳು ಸಮುಷ್ಟಿಯ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿವೆ.

ತೂರುಬೂದಿಯ ಸಮುಷ್ಟಿಗಳನ್ನು ಕಿಟ್ಟೀಕರಣ (sintering) ವಿಧಾನದಿಂದ ತಯಾರಿಸುವರು. ತೂರುಬೂದಿಗೆ ಶೇ 17ರಿಂದ 22ರಷ್ಟು ನೀರನ್ನೂ, ಅವಶ್ಯಬಿದ್ದರೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲ ಹುಡಿಯನ್ನೂ ಬೆರೆಸಿ, ಗೋಲೀಕಾರಕ (pelletizer)ದಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಿ,

* ಜಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮರಳನ್ನು ಸಮುಷ್ಟಿ (agregate) ಎನ್ನುವರು. ಜಲ್ಲಿಯು ಸ್ಥೂಲ ಸಮುಷ್ಟಿ, ಮರಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಮುಷ್ಟಿ.

ಸುಮಾರು 20 ಮಿಮಿ ವ್ಯಾಸದ ಧೃಢವಾದ ಗೋಲಿಗಳನ್ನಾಗಿಸುವರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವ ಜಾಲರಿ (moving grate)ಯ ಮೇಲೆ 150 ಮಿಮಿ ದಪ್ಪಕ್ಕೆ ಹರಡುವರು. ತೂರುಬೂದಿಯ ಗೋಲಿಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತ ಜಾಲರಿಯು ಉರಿಯುವ ಒಲೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ತೂರುಬೂದಿಯ ದಾಹ್ಯಾಂಶವು ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಉರಿಯುಂಟಾಗಿ (ಸುಮಾರು 1260°ಸೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ), ಗೋಲಿಗಳು ಕಿಟ್ಟೀಕರಿಸಲ್ಪಡುವುವು. ಅಂದರೆ ತೂರುಬೂದಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸಂಸಕ್ತಿಗೊಂಡು ಕಠಿಣವೂ, ಹಗುರವೂ ಆದ ಮುದ್ದೆಯಾಗಿ ಹೊರಬರುವುದು. ಇದನ್ನು ಸಂದಲಿಸಿ, ಶೇಖರಿಸುವರು.

ಹಗುರ ಸಮುಷ್ಟಿಗಳ ಉಪಯೋಗವು ಮುಂದುವರಿದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಪಾರವಾಗಿಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಲೈಟಾಗ್ (lytag, U.K.), ವೇಲೈಟ್ (waylite, U.S.A.) ಮುಂತಾದ ವ್ಯಾಪಾರೀ ನಾಮಗಳಿಂದ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದ್ದು, ಇವುಗಳಿಂದ ಭಾರಿ ಭಾರೀ ಗಗನಚುಂಬಿಗಳೂ, ಸೇತುವೆಗಳೂ ನಿರ್ಮಿತವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣ ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಸಲ್ಲುವುದೋ ಅಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಈ ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟೂ ಸಲ್ಲವುದು.

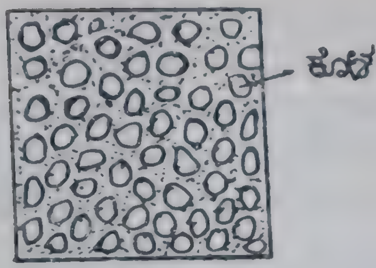
ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವ ಹಾಗೂ ಧ್ವನಿವಾಹಕತ್ವವು ಕಡಿಮೆ. ಉಷ್ಣದ ಅವಾಹಕತೆಯಿಂದ ಬೆಂಕಿ ಹಿಡಿಯುವುದೂ, ಬೆಂಕಿ ಹರಡುವುದೂ ನಿಧಾನ. ಬೆಂಕಿಗೊಳಗಾದಾಗ ಕೂಡ ಈ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಕುಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಹಗುರತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಲ್ಲದೇ, ಈ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳ ಲಾಭವನ್ನೂ ಪಡೆಯಬಹುದು.

(ಊ) ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಎಂದು ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವಿದೆ. ಅದು ಕೋಶಮಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟು (cellular concrete). ಇದು ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಸಿಮೆಂಟಿನ ವಾಯುಪೂರಿತ ಗಾರೆ. ಇದರ ಒಂದು ಘನಮೀಟರು 500ರಿಂದ 650 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ತೂಗುವುದು. ಇದನ್ನು ಸಿಮೆಂಟು, ಸುಣ್ಣ, ಮರಳಿನ ಹುಡಿ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಂ ಹುಡಿ, ಮತ್ತು ಇತರ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ತಯಾರಿಸುವರು. ಅಲ್ಯೂಮಿನಂ ಹುಡಿಯನ್ನು ಬೆರೆಸುವುದರಿಂದ, ಸಿಮೆಂಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತು ಬೇರೆಯಾಗಿ ಬೆರೆಸುವ ಸುಣ್ಣದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಅನಿಲೋತ್ಪಾದನೆಯಾಗಿ,

$$2\,Al + 3\,Ca(OH)_2 + 6\,H_2O = 3\,CaO \cdot Al_2O_3\,6\,H_2O + 3\,H_2$$

ಅವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಗುಳ್ಳೆಗಳಂತೆ ಗಾರೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಡಲ್ಪಟ್ಟು, ಕೋಶಮಯ ರಚನೆಯುಂಟಾಗುವುದು.* (ಚಿತ್ರ–4) ಈ ಗಾರೆಯನ್ನು ಆಟೋಕ್ಲೇವುಗಳಲ್ಲಿ ಆವಿಯಿಂದ ಕ್ಯೂರಣೆಗೊಳಪಡಿಸುವರು. (ಆಟೋಕ್ಲೇವುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಉಕ್ಕಿನ ಆವರಣಗಳು. ಕ್ಯೂರಣೆಯೆಂದರೆ ಸಿಮೆಂಟಿನ ಹಾಗೂ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವರ್ಧನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು

* ಈ ರಚನೆಯನ್ನು ಗಾರೆಗೆ ನೊರೆಯನ್ನು ಮಿಶ್ರಮಾಡುವುದರಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ -(4)
ಕೋಶಮಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟು

ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ರಮ). ಇದರಿಂದ ಧೃಡವಾದ ಹಾಗೂ ಹಗುರವಾದ ಕೋಶಮಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟು ದೊರೆಯುವುದು. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಿಪೊರೆಕ್ಸ್, ವಾಯುತಾನ್ ಮತ್ತು ಸೆಲ್‌ಕ್ರೀಟ್ ಎಂಬ ವ್ಯಾಪಾರೀ ನಾಮಗಳಿಂದ ಮಾರಾಟವಾಗುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವು ಇದೇ. ಇವುಗಳನ್ನು ಮಾಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಛಾವಣಿಯ ಚಪ್ಪಡಿ (slab)ಗಳಾಗಿಯೂ ಗೋಡೆಕಟ್ಟಲು ಬಳಸುವ ಬ್ಲಾಕುಗಳಾಗಿಯೂ ಬಳಸುವರು.

ಕೋಶಮಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಸಿಮೆಂಟು ಮತ್ತು ಮರಳನ್ನು ಅಂಶಿಕವಾಗಿ ತೂರಬೂದಿಯಿಂದ ಬದಲಿಸಬಹುದು. ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಮರಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ, ಮರಳನ್ನು ಅರೆಯುವಂತೆ ಅರೆಯ ಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

(ಎ) ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿರುವರು. ಇದು ಸಾಧಾರಣ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿರುವುದು.

ತೂರುಬೂದಿ, ಸುಣ್ಣ, ಜಿಪ್ಸಮ್‌ಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿ, ಅರೆದು ಅಚ್ಚುಗಳಿಗೆ ಹೊಯ್ದು ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವರು. ಇವನ್ನು ಸುಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

ತೂರುಬೂದಿ, ಕಿಟ್ಟ, ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಸುಡದೆ, ಹಗುರವಾದ ಆದರೆ ಧೃಡವಾದ ಇಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ.[12]

ಭಾರತದಲ್ಲಿ: ಇದುವರೆಗೂ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಮುಂದುವರಿದ ದೇಶಗಳು, ತೂರು ಬೂದಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅದರ ವಿಲೇವಾರಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಅದರಿಂದಾಗಬಹುದಾದ ತಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದರವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ. ಫಿನ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ರಾಜ್ಯ (UK)ಗಳು ಅಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ ಶೇ 80ರಷ್ಟು[10] ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈಗ 40ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹಬೆ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಿವೆ. ಅವು ಕೆಳದರ್ಜೆಯ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನೂ, ಲಿಗ್ನೈಟನ್ನೂ ಉರಿಸುತ್ತಿದ್ದು ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಸುಮಾರು $5\frac{1}{2}$ ಮಿಲಿಯ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿವೆ.[13] ಮುಂದಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಅಪಾರವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ತೂರುಬೂದಿಯನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲೂ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆದು, ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು ಲಭ್ಯವಿದ್ದರೂ ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯ ಗತಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಬಿದ್ದಿದ್ದೇವೆ. ಈಗ ಸಧ್ಯಕ್ಕೆ ಸಿಮೆಂಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ, ಅಣೆಕಟ್ಟಿನ ನಿರ್ಮಾಣಗಳಲ್ಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾಲು ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿರ್ಮಾಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ಹಗುರ ಸಮುಷ್ಟಿಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಇದರ ಉಪಯೋಗವು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಆಗಬೇಕು.

ವಿದ್ಯುದಾಗಾರದ ನಿರ್ಮಾಣದ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ಶೇ 5ರಷ್ಟು[2], ತೂರುಬೂದಿಯ ಬೇರ್ಪಡೆ ಮತ್ತು ವಿಲೇವಾರಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಸೌಲಭ್ಯಗಳಿಗೇ ತಗಲುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಈ ಸೌಲಭ್ಯಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ರಿಪೇರಿಗೆ ತಗಲುವ ನಿರಂತರ ಖರ್ಚು ಬೇರೆ. ತೂರುಬೂದಿಯ ಸದುಪಯೋಗದಿಂದ ಈ ಅಪಾರ ಹಣದಲ್ಲಿ ಬಹುಪಾಲನ್ನು ಉಳಿಸ ಬಹುದು. ಇದರ ಸಾಧ್ಯತೆಗೆ, ತೂರುಬೂದಿಯೊಂದು ತ್ಯಾಜ್ಯವಸ್ತು, ಅದನ್ನು ಹೇಗಾದರೂ ವಿಲೇವಾರಿ ಮಾಡಿಬಿಡಬೇಕು ಎಂದುಕೊಳ್ಳದೆ, ಅದರ ಸದುಪಯೋಗವು ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಯ ಒಂದು ಹಂತವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ, ಹಗುರ ಸಮುಷ್ಟಿಯು, ಹಗುರ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳ, ಕೋಶಮಯ ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳ, ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳ ತಯಾರಿಕಾ ಸೌಲಭ್ಯಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನಾಗಾರದ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕು. ಆಗ ತೂರುಬೂದಿಯು ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಂದರ್ಭ ಗ್ರಂಥಗಳು : (*References*)

1 ———, "Utilisation of pulverised fuel ash",—*The Indian Journal of power and river valley Development*—Jan., 1972, pp. 11 to 17.

2 C. K. Varughese, "The problem of ash from Thermal power Station and its possible solution",—*The Indian Journal of power and River valley development*—June 1973, pp. 184.

3 ———, "New look into flyash",—*Combustion*, Oct., 1974, pp. 13.

4 ———, "Can flyash be used to grow crops ?"—*Electrical World*, Feb., 1, 1976, pp. 22.

5 J. W. Gerlick, "Fly ash as a filter aid".—*Power Engineering*, Jan., 1970, pp. 44-45.

6 William W. Schinley, "Getting more use from your land",— *Power*, June 1978, pp. 88.

7 Gerard C. Gambs, "Expanding the market for flyash", *Mechanical Engineering*, January, 1970, pp. 26–28.

8 ———, "Flyash by products grow in value", *Electrical World*, Aug., 15, 1974, pp. 42.

9 C. L. Boltz, "Everlasting concrete from pulverised fuel ash", *The Indian Concrete Journal*, May 1977, pp. 159.

10 ———, "Utilities cash in flyash", *Electrical World*, May 1, 1976, pp. 23–24.

11 Ronald E. Morrison, "Ash utilisation, a liability to an asset", *Combustion*, Oct., 1970, pp. 29 to 32.

12 Gardin M. D., et al, "Manufacture of building bricks with flyash", *The Indian Concrete Journal*, May-June 1978, pp. 150–155.

13 S. S. Reshi, et al, "In plant variation in the quality of two Indian flyshes", *Journal of National Buldings Organisation*, April 1978, pp. 13–19.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ವಾಣಿ

ಎಳೆಯ ನಗೆಬುಗ್ಗೆಗಳೇ! ನಿಮ್ಮ ಜೊತೆ ನಲಿದಾಡುವುದು ನನಗೆ ತುಂಬ ಸಂತಸದ ಸಂಗತಿ. ಒಬ್ಬ ಹಳೆಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ನಿಮಗೆ ಕೆಲವು ನುಡಿಗಳನ್ನು ಉಸುರಬಹುದಾದರೆ ಅವು ಹೀಗಿರುತ್ತವೆ: ನಿಮ್ಮ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಎಂದೂ ಒಂದು ಕರ್ತವ್ಯವೆಂಬುದಾಗಿ ಭಾವಿಸಬೇಡಿ; ಬದಲು, ಪ್ರಜ್ಞಾಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸೌಂದರ್ಯದ ವಿಮುಕ್ತಿಕಾರಕ ಪ್ರಭಾವವೇನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಒದಗುವ ಅಪೂರ್ವ ಸದವಕಾಶವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ; ಈ ಅರಿವು ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ನಿಮಗೆ ಆನಂದದಾಯಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಕೃತಿ ಸೇರಲಿರುವ ಸಮಾಜಕ್ಕೆ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅನು: ಜಿ. ಟಿ. ಎನ್.

ಘನ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು

ಗಿರಿಜಾಶಂಕರ ಪಿಂಗಳೆ*

ಪರಿಚಯ

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕ್ರಿಸ್ತಶಕ 1800ರಲ್ಲಿ ಇಟಲಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಲ್ಲೆಸಾಂಡ್ರೋ ವೋಲ್ಟಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವನ್ನು ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಿದಾಗಿನಿಂದ ಇದುವರೆವಿಗೂ ಸುಮಾರು 50–60 ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿವೆ. ತಯಾರಿಕಾ ಹಾಗು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೇರುವ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ, ಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರಿ ಅಂತರವಿರುವ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ವರ್ಗೀಕರಿಸಬಹುದು

ಪಟ್ಟಿ 1 : ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ

ಘನವಸ್ತು	ಸಂಕೇತ	ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಾಹಕತ್ವ	ಧನ ಅಯಾನು ವಾಹಕತ್ವ	ಋಣ ಅಯಾನು ವಾಹಕತ್ವ	ಉಷ್ಣಾಂಶ
ಬೆಳ್ಳಿಕ್ಲೋರೈಡ್	$Ag\,Cl$	0	100	0	400°C
		2	98	0	300°C
ಬೆಳ್ಳಿಯ ಅಯೊಡೈಡ್	$\alpha-Ag\,I$	0	100	0	100–408°C
ಬೆಳ್ಳಿಯ ಅಯೊಡೈಡ್	$\beta-Ag\,I$	15	85	0	145°C
ಸೋಡಿಯಂ ಫ್ಲೋರೈಡ್	NaF	0	100	0	500°C
		0	86	14	625°C
ಸೀಸದ ಅಯೊಡೈಡ್	$Pb\,I_2$	0	39	61	255°C
			67	33	290°C

ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೂ ಘನಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಕಂಡರೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುತೇಕ ಜಲೀಯ ದ್ರವ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಳಕಂಡ ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

1. $-10°C$ ನಿಂದ $+45°C$ ವರೆಗಿನ ಸೀಮಿತ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ
2. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನಿಶ್ಚೇತನ–ಪುನಶ್ಚೇತನ ಕ್ರಿಯಾಚಕ್ರ
3. 30 ರಿಂದ 300 ದಿನಗಳವರೆಗಿನ ಸೀಮಿತ ಶಕ್ತಿಧಾರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ
4. ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಹೊರಕವಚವೇನಾದರೂ ಬಿರುಕುಬಿಟ್ಟರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಬಲ ಆಮ್ಲ/ಕ್ಷಾರಗಳ ಸಿಡಿತ ಹಾಗು ಅದರಿಂದಾಗುವ ಜೀವ–ವಿತ್ತ ಅಪಾಯ
5. ವಿದ್ಯುಧ್ರುವಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಆಂತರಿಕ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಬಳಸುವ ವಿಭಾಜಕಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ತೂಕ, ಗಾತ್ರ, ಹಾಗು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಗಳ ಹೆಚ್ಚಳ.

ಈ ನ್ಯೂನತೆಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂದು ವಾಮನಾಕೃತಿಯುಳ್ಳ ಲಘು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳಿಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಚಿಕ್ಕ ಹಾಗು ಹಗುರ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಸಂಯೋಜಿತ ಮಂಡಲಗಳಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಖರತೆಯನ್ನೂ ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆಯನ್ನೂ ಗಳಿಸಿರುವ ಈ ಉಪಕರಣಗಳು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ನೀಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಸಹ ಅಷ್ಟೇ ಪ್ರಖರತೆ ಹಾಗು ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆ ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ದೇಶರಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುವ ಕ್ಷಿಪಣಿ, ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಗಳಲ್ಲಂತೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಆಕಾರ, ತೂಕ, ಗಾತ್ರಗಳು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಣದ ಪರಿಗಣನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಅಮೆರಿಕಾ, ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ರಷ್ಯಾ, ಜರ್ಮನಿ ಮುಂತಾದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಒಂದು ಪರಿಹಾರವಾಗಬಹುದೆಂದು ಸೂಚಿಸಿವೆ.

ತಾತ್ವಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೆಂಬ ಪದಪುಂಜಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಅನೇಕ ಅರ್ಥಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದ್ದರೂ, ಇಂದು ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ತಯಾರಿಸಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಾವು ದಿನನಿತ್ಯ ಪ್ರಚಲಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಜಲೀಯ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳಿಗೂ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳಿಗೂ ಅನೇಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಇದರ ಮಹತ್ವವನ್ನರಿಯಲು ವಿದ್ಯುನ್ವಹನಕ್ರಿಯೆಯ ಸರಳ ಪರಿಚಯ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುನ್ವಹನ ಮೂಲತಃ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುವಹನ ಹಾಗು ಅಯಾನುವಹನವೆಂದು ಎರಡು ಬಗೆಯದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಲೋಹದತಂತಿ ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ವಿದ್ಯುತ್ತು ತಂತಿಸುರುಳಿಯ ಉದ್ದಗಲಕ್ಕೂ ಪ್ರವಹಿಸಿ ತನ್ನ ಸ್ವಸ್ಥಾನ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುವಹನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ತಂತಿ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಶಾಶ್ವತ ಭೌತಿಕ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ರಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಅದೇ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಆಯಾನುವಾಹಕ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕವೊಂದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಲೋಹದ ತಗಡಿನ (ವಿದ್ಯುಧ್ರುವ) ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ವಿದ್ಯುಧ್ರುವಗಳ ಬಳಿ ಭಾರಿ ಬದಲಾವಣೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ತಕ್ಷಣದ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ? ಧನಧ್ರುವದ ಬಳಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಉತ್ಪನ್ನ, ಲೋಹ ವಿಲಯನ ಮುಂತಾದ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಕ್ರಿಯೆಯೂ, ಧನಧ್ರುವದ ಬಳಿ ಜಲಜನಕದ ಉತ್ಪನ್ನ ಲೋಹಲೇಪನ ಮುಂತಾದ ಅಪಕರ್ಷಣ ಕ್ರಿಯೆಗಳೂ, ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಾಂದ್ರತಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಂತಹ ಭೌತಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

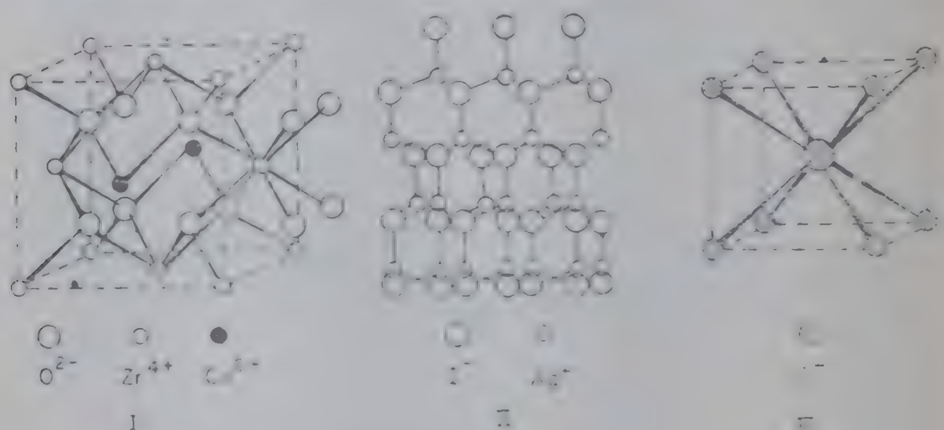
ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಭೌತಿಕ/ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಅಯಾನುವಾಹಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಘನಸ್ಥಿತಿ ಅಯಾನುವಹನಕ್ಕೂ, ದ್ರವಸ್ಥಿತಿ ಅಯಾನುವಹನಕ್ಕೂ ಕೆಲವು ಮೂಲಭೂತ ಭೇದಗಳುಂಟು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ದ್ರವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುವಹನ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದು, ವಿದ್ಯುನ್ವಹನದ ಹೊಣೆಯನ್ನು ಧನ–ಹಾಗು ಋಣ–ಅಯಾನುಗಳು ಸಮವಾಗಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದರೆ

ಪಟ್ಟಿ 2 : ವಿವಿಧ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಘನವಸ್ತುಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಶೇಕಡಾವಾರು ವಿದ್ಯುನ್ವಹನದ ವೈವಿಧ್ಯತೆ

ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ*	ವಿದ್ಯುದ್ವಿಭವ	ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ	ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರತೆ
$Ag/AgBr/CuBr_2$	0.7 V	$4\times10^7\ \Omega$	$7\times10^{-6}\ Acm^{-2}$
$Ni\text{–}Cr/SnSO_4/PbO_2$	1.5 V	$2\times10^6\ \Omega$	$3\times10^{-5}\ Acm^{-2}$
$Ag/AgCl/K\ I\ Cl_4$	1.0 V	$4\times10^4\ \Omega$	$3\times10^{-5}\ Acm^{-2}$
$Ag/Ag_3S\ I/I_2$	0.7 V	4 Ω	$10^{-2}\ Acm^{-2}$
$Ag/RbAg_4I_5/RbI_3$	0.7 V	0.25 Ω	1 Acm^{-2}

ಘನಸ್ಥಿತಿ ವಿದ್ಯುನ್ವಹನಕ್ಕೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾಗು ಅಯಾನುಗಳು ಕಾಣಿಕೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತವೆ. ಅಯಾನುವಹನಕ್ಕೆ ಕೂಡ ಧನ ಅಯಾನು ಇಲ್ಲ ಋಣ ಅಯಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಮಾತ್ರ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ ಅಯಾನುವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಿದ್ಯುನ್ವಹನ ಕ್ರಿಯೆಗೆ, ನೀರಿನಂತಹ ದ್ರವೀಯ ದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶದ ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಯಾನುಗಳಾಗಿ ಅಯಾನುವಾಹಕಗಳು ಹೊಂದುವ ತತ್ಕ್ಷಣದ ವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡ ಹೇರಿದಾಗ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ಧ್ರುವಗಳ ಕಡೆಗೆ ಅಯಾನುಗಳ ವಲಸೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ತತ್ವ ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವ ಅಯಾನುವಾಹಕಗಳಿಗೂ ಸಮನಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಘನ ಅಯಾನುವಾಹಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುನ್ವಹನ ತತ್ವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1 : ಘನ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳ ಹರಳು ರಚನೆ

I ಕಾಲ್ಸಿಯಾ ಮಿಶ್ರಿತ ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾ

II ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡಿನ ಬೀಟಾ ರೂಪ

III ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡಿನ ಆಲ್ಫಾರೂಪ

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಶೇಕಡಾ 15ರಷ್ಟು ಕಾಲ್ಸಿಯಾದಿಂದ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಿತಗೊಂಡ ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಅಯಾನುವಹನ ಹೀಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ : ಬಹುತೇಕ ಸರಿಸಮಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ದ್ವಿಸಂಯೋಜಿತ ಕಾಲ್ಸಿಯಂ (Ca^{2+}) ಅಯಾನುಗಳು ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾದಲ್ಲಿನ ಚತುರ್ಸಂಯೋಜಿತ ಝಿರ್ಕೋನಿಯಂ ಅಯಾನುಗಳ (Zr^{4+}) ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾದ ಜಾಳಂದರದಲ್ಲಿ ಋಣ ಅಯಾನುಗಳ ಬಾಹುಳ್ಯವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಉದ್ಭವವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಸಮತೋಲನವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು, ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಋಣ ಅಯಾನುಗಳು ಜಾಳಂದರದ ಬಂಧನದಿಂದ ಹೊರಬರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ತರಹ ಹೊರಬಂದ

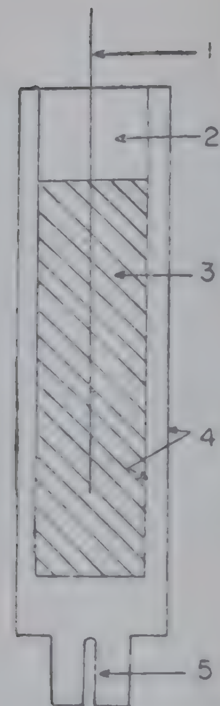
ಸ್ವತಂತ್ರ ಋಣ ಅಯಾನುಗಳು ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಋಣ ಅಯಾನುವಹನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಇದೇ ತರಹ $145°C$ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ β–ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡ್ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪ್ರೊಳ್ಳು α–ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡ್‌ಗೆ ಪರಿವರ್ತನಗೊಳ್ಳುವುದು ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡ್ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಬಹುಶೇಕ ಧನ ಅಯಾನುವಹನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ಉತ್ತಮ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಒಳ್ಳೆಯ ಅಯಾನುವಾಹಕ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕವೊಂದಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಲದು. ಉತ್ತಮ ಅಯಾನುವಾಹಕ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕ ಅದೇ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಹೀನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುವಾಹಕವೂ ಭೌತಿಕವಾಗಿಯೂ, ರಸಾಯನಿಕವಾಗಿಯೂ, ಅಪರಿವರ್ತಿತವೂ ಹಾಗು ವಿದ್ಯುದ್ರವಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸತಕ್ಕದ್ದೂ ಆಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಶಕ್ತಿಶಾಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಅವುಗಳು (ಅಂದರೆ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳು) ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಭಜನಾ ಒತ್ತಡವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ ವಿನ್ಯಾಸ

ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಹಾಗು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೆರಡನ್ನೂ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಳಸುವ ಸನ್ನಿವೇಶ, ಬೇಕಾದ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ತೂಕ, ಆಕಾರ, ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ಅಯಾನುವಹನವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಸಲುವಾಗಿ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು: ಉದಾಹರಣೆಗೆ, β–ಅಲ್ಯೂಮಿನಾ ಕೋಶವನ್ನು $200°$–$400°C$, ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾ ಕೋಶವನ್ನು $1000°C$ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ, ಚಿರಪರಿಚಿತ $15°$–$35°C$ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಅಯಾನುವಹನವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ $MAg_4\ I_5\ (M^+ = NH_4^+,\ K^-,\ Rb^+ \cdots)$ ಮಾದರಿ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಕ್ರಿಸ್ತಶಕ 1967ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ, ಅಲ್ಪೋಷ್ಣಾಂಶ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಶೀಘ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಕೆಲವೊಂದು ಮಾದರಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸುವ ಸ್ಪ್ರಾಗ್ಯೂಕೋಶ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೊಂದರ ವಿನ್ಯಾಸ ಸರಳತೆಯನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಡ್ಮಿಯಂಲೋಹ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಿತವಾದ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಬಟ್ಟಲೊಂದನ್ನು ಧನಧ್ರುವದಂತೆಯೂ, ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಾಗಾರವಾಗಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಬಟ್ಟಲಿನ ಒಳಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಕ್ಲೋರೀನ್ ಅನಿಲದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ, ಆ ಮೇಲ್ಮೈಯ

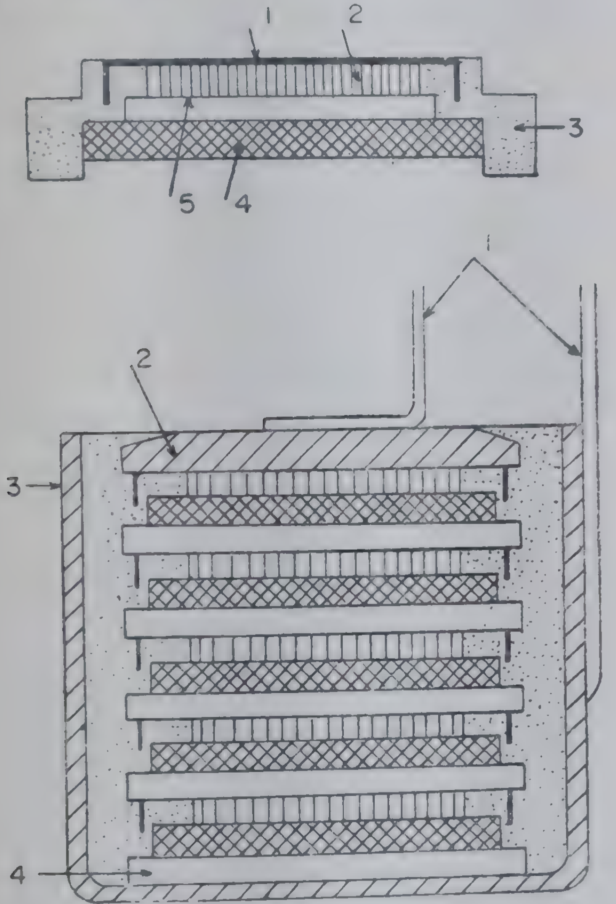


ಚಿತ್ರ 2 : ಸ್ಪ್ರಾಗ್ಯೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ

1 ಟಾಂಟಲಂ ಲೋಹದ ತಂತಿ, ಋಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ ಹಾಗು ಕೋಶಾಂತರ ಬಂಧಕ, 2. ಟೆಫ್ಲಾನ್ ದೀರ್ಘಪರಮಾಣುವಿನ ಬಿರಟೆ, 3. ಋಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರ, 4. ಬೆಳ್ಳಿಕ್ಲೋರೈಡಿನ ಲೇಪನಹೊಂದಿದ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಬಟ್ಟಲು, 5. ಧನವಿದ್ಯುದ್ವಾರ.

ಮೇಲೆ ಬಲು ತೆಳ್ಳನೆಯ (ಅಂದರೆ, ಸುಮಾರು 0.001 ಮಿಲಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ದಪ್ಪದ) ಕಾಡ್ಮಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಮಿಶ್ರಿತ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕ ಲೇಪನ ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಪೋತ್ತಡ ಕ್ಲೋರಿನ್ ಅನಿಲಾಗಾರವಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಪೊಟಾಷಿಯಂ ಆಯೊಡೋಕ್ಲೋರೈಡ್ ($KICl_4$)ನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. $KICl_4$ನ ವಿದ್ಯುನ್ವಹನ ಉತ್ತಮಪಡಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಕಪ್ಪುಮಸಿ ಹಾಗು ಇವೆರಡನ್ನೂ ಬಂಧಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ $Kel F–90$ ಜಿಡ್ಡನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ತಯಾರಿಸಲಾದ ಹಸಿಯುಂಡೆ ಯೊಂದನ್ನು ಈ ಬಟ್ಟಲಿನೊಳಗೆ ತುರುಕಲಾಗಿದೆ. ಈ ಉಂಡೆಯೊಳಗೆ ಚುಚ್ಚಲಾಗಿರುವ ಟಾಂಟಲಂ ಲೋಹದ ತಂತಿಯೊಂದು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹೊರತರಲು ಹಾಗು ವಿವಿಧ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು ನೆರವಾದರೆ, ಟೆಫ್ಲಾನ್ (*PTFE*) ದೀರ್ಘ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಲಾದ ಬಿರಟೆಯು ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಬಾಯನ್ನು

ಮುಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವು 2 ಮಿ.ಮಿೀ. ವ್ಯಾಸವನ್ನೂ 6 ಮಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರವನ್ನೂ ಹೊಂದಿದ್ದು 1.04 *V*ನ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡದಲ್ಲಿ 0.00000 1 *A* (10 ಮೈಕ್ರೋ ಆಂಪ್ಯೀರು) ನಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ತಿಂಗಳಾನುಗಟ್ಟಲೆ ನೀಡಬಲ್ಲದು.



ಚಿತ್ರ 3 : **ಮೇಲ್ಭಾಗ** : $Ag/RbAg_4\ I_5/RbI_3$ಯ ಮೂಲ ಕೋಶವೊಂದರ ನಿರ್ಮಾಣ ವಿನ್ಯಾಸ

1 ಕೋಶಾಂತರ ಬಂಧಕ, 2. ಧನ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರ, 3. ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕಿನ ಪದರ, 4. ಋಣ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರ, 5. ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದ ತುಂಡು.

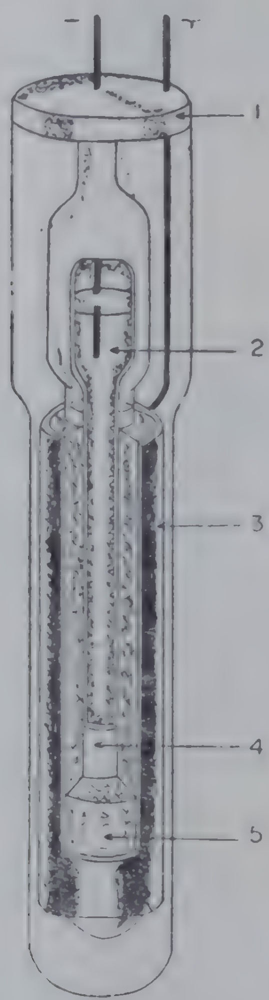
ಕೆಳಭಾಗ : 12 ಮಿಮೀ ಎತ್ತರ ಹಾಗು 12 ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಐದು ಮೂಲ ಕೋಶಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ತಂತ್ರ.

2 ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕಾಗಿ ನಿಕ್ಕಲ್ ಲೋಹದ ಸೀಳು ಬಿಲ್ಲೆಗಳು

3 ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲಿನ ತಲೆ ಟೊಪ್ಪಿಗೆ, 3. ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕಿನ ಪದರ

4 ಐದನೆಯ ಕೋಶಕ್ಕೆ ಟೈಟಾನಿಯಂ ಲೋಹದ ಮೊಹರು

ಕೇವಲ 12 ಮಿ.ಮೀ.ನ ವ್ಯಾಸ ಹಾಗು 12 ಮಿ.ಮೀ.ನ ಎತ್ತರವಿರುವಷ್ಟು ಜಾಗದಲ್ಲಿ 3.3 *V* ನ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡ ಮತ್ತು 0.028 *Ah* (ಆಂಪ್ಯೀರ್ ಅವರ್) ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಬೆಳ್ಳಿ–ರುಬಿಡಿಯಂ ಅಯೊಡೈಡ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ನಿರ್ಮಾಣ ರೂಪರೇಶೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 3ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕೋಶದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲಮಿಶ್ರಿತ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪುಡಿಯನ್ನು ಧನಧ್ರುವದಂತೆಯೂ, ರುಬಿಡಿಯಂ ತ್ರಿಅಯೊಡೈಡ್ ಹಾಗು



ಚಿತ್ರ 4 : ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹದ್ರವ ಗಂಧಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಅಡ್ಡ ಚಿತ್ರ

1 ಮೊಹರು, 2. ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹದ್ರವದ ಭಂಡಾರ, 3. ಸಹಾಯಕ ವಿದ್ಯುಧ್ರುವ, 4. ಸೋಡಿಯಂ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಿಡುವ ಕೊಳವೆ, 5. ಗಂಧಕದ ದ್ರವವನ್ನೇ ಹೀರಿಕೊಂಡಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಚಕ್ಕೆ (ಋಣಧ್ರುವ).

ರುಬಿಡಿಯಂ ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡ್‌ಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಋಣಧ್ರುವದಂತೆಯೂ ಹಾಗು ರುಬಿಡಿಯಂ ಬೆಳ್ಳಿ ಅಯೊಡೈಡನ್ನು ಘನ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದಂತೆಯೂ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸೂಕ್ತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಕವಚವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹೂತ ಕೋಶವೊಂದು ಕೇವಲ 6 ಗ್ರಾಂ ತೂಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಕೆಳಕಂಡಂತಿದೆ :

ಧನಧ್ರುವ : $4\ Ag \rightarrow 4\ Ag^+ + 4\ e$

ಋಣಧ್ರುವ : $4\ Ag^+ + 2\ RbI_3 + 4\ e \rightarrow Rb_2\ AgI_3 + 3\ AgI$

ಸಮಗ್ರ : $4Ag + 2\ RbI_3 \rightarrow Rb_2\ AgI_3 + 3\ AgI$

ಸುಮಾರು 300°C ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹ–ಗಂಧಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೊಂದರ ನಿರ್ಮಾಣ ವಿವರಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 4 ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಬೀಟಾ–ಅಲ್ಯೂಮಿನಾ (β–Al_2O_3)ವನ್ನು ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಈ ಕೋಶದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ ಅದರ ಪುನರ್ಬಳಕಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ಆರ್ಗಾನ್ ಅನಿಲದ ಜಡ–ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹವನ್ನು ಸುಮಾರು 250° Cಗೆ ಉಷ್ಣಾಂಷದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಮೊದಲೇ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಬೀಟಾಅಲ್ಯೂಮಿನಾದ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ, ಮೊಹರು–ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹ ಹಾಗು ಶುದ್ಧ ಗಂಧಕವನ್ನು ಟೋಲೀನ್ ದ್ರಾವಕ ಹಾಗು ಸಾರಜನಕದ ಜಡ–ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಗಂಟೆ ಕಾಲ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿದರೆ, ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ನಿಶ್ಚೇತನ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಸೋಡಿಯಂ ಸಲ್ಫೈಡ್, Na_2S_3 ತಯಾರಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವನ್ನು ಗಂಧಕದ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಳಿಸಿ, ಇಂಗಾಲದ ಚಕ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೋಡಿಯಂದ್ರವ ತುಂಬಿದ ಬೀಟಾ ಅಲ್ಯೂಮಿನಾ ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಈ ಇಂಗಾಲದ ಚಕ್ಕೆಯಲ್ಲಿ ಹೂತು ಸೂಕ್ತ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುದ್ರುವಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಹಾಯಿಸಿ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂನ ಹೊರಕವಚ ಹೊದಿಸಿದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ರಚನೆ ಸಂಪೂರ್ಣಗೊಂಡಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 500 ಬಾರಿ ಪುನಃ ಪುನಃ ಬಳಸಬಹುದಾದ, ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಮೂಲ ಘಟಕ 2.23 V ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರುವುದಲ್ಲದೆ, ಸುಮಾರು 842 Wh (ವಾಟ್ ಅವರ್)/kg ಶಕ್ತಿ ಸಾಂಪ್ರತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಈ ಕೋಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆ ಕೆಳಕಂಡ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಶ್ಚೇತನ

ಧನಧ್ರುವ : $2\ Na \rightarrow 2\ Na^+ + 2e$

ಋಣಧ್ರುವ : $2Na^+ + 3S + 2e \rightarrow Na_2S_3$

ಸಮಗ್ರ : $2Na + 3S \rightarrow Na_2S_3$

ಪುನಶ್ಚೇತನ

$Na_2S_3 \rightarrow 2Na + 3S + 2e$

$2Na^+ + 2e \rightarrow 2Na$

$Na_2S_3 \rightarrow 2Na + 3S$

ಅಯಾನ ವಿನಿಮಯ ಪೊರೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದ ಜಲಜನಕ–ಆಮ್ಲಜನಕ ಇಂಧನ ಕೋಶಗಳು ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಇನ್ನೊಂದು ಮಾದರಿಯಾಗಿವೆ. ಈ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಝಿರ್ಕೋನೈಲ್ ಫಾಸ್ಫೇಟಿನಂತಹ ನಿರಾವಯವ ಪೊರೆಗಳನ್ನೂ (ಚಿತ್ರ 5. ಮೇಲ್ಭಾಗ) ಪಾಲಿಸ್ಟೈರೀನ್–ಡೈವಿನೈಲ್ ಬೆಂಝೀನ್ ಸಲ್ಫೋನಿಕ್ ಆಮ್ಲ (ಚಿತ್ರ 5. ಮಧ್ಯಭಾಗ) ದಂತಹ ಸಾವಯವ ಕೃತಕ ಪೊರೆಗಳನ್ನೂ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದೆ, ಜಲಜನಕದ ಅಥವಾ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಇತರ ಅಯಾನುಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಈ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳ ಘನಸ್ಥಿತಿ, ಪೊಳ್ಳು ಜಾಳಂದರ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಆಯಾನುಗಳ ವಲಸೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ಶುದ್ಧ ಕುಡಿಯುವ ನೀರನ್ನು ಸಹ ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಕೋಶಗಳು 1.23 Vನ ವಿದ್ಯುತೊತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರುವುದಲ್ಲದೆ, 40 Ahನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಸಂಗ್ರಹ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೂ ಸಹ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಈ ಕೋಶದಲ್ಲಿ ಹೀಗಿವೆ :

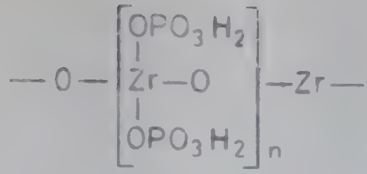
ಧನಧ್ರುವ : $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e$

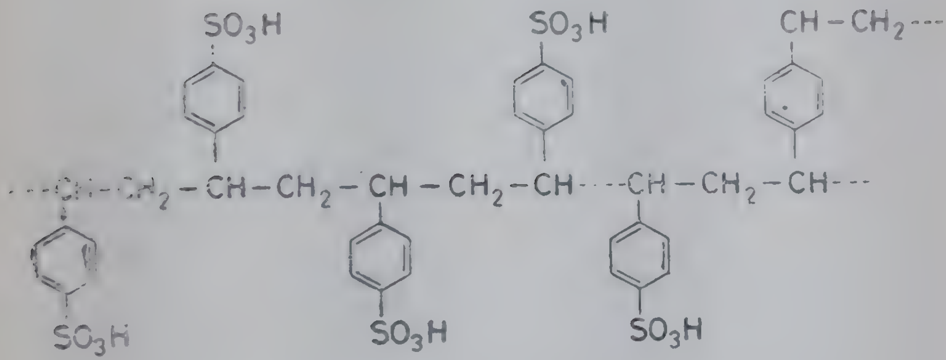
ಋಣಧ್ರುವ : $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

ಸಮಗ್ರ : $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

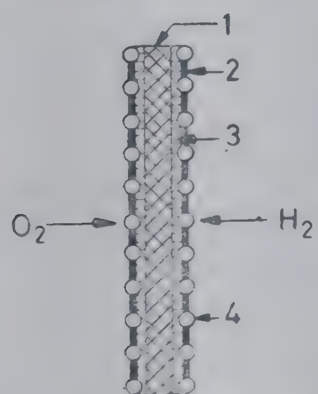
ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳು :

ಘನ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟತೆಗಳು ಅಲ್ಪಾವಧಿಯಲ್ಲೇ ಘನ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಅಪಾರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಘನ ವಸ್ತುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೊಂದಿರುವ ಅಪಾರ ದೃಢತೆ, ಹಾಗು ಅವುಗಳನ್ನು 0.015 ಮಿ.ಮೀ.ನಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಲೇಪನಗೊಳಿಸುವಷ್ಟು ಪ್ರಗತಿ ಹೊಂದಿರುವ ಭಾಷ್ಪಲೇಪನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದಾಗಿ. ಈ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ತೂಕ ಹಾಗು ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಕನಸಿನಲ್ಲಿಯೂ ನೆನೆಸಲಾರದಷ್ಟು ಇಳಿತ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ತಮ ದ್ರವ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಕನಿಷ್ಠ ಗಾತ್ರ 0.085 ಘನ ಸೆ.ಮೀ.ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದ್ದರೆ, 0.029 ಘನ ಸೆ.ಮೀ. ಗಾತ್ರದ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಉಷ್ಣಾಂಶ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳು, ಅತಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ–ಶಕ್ತಿಗಳು, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಆಘಾತ/ಕಂಪನಗಳನ್ನು ತಾಳಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಳಕೆ ಅನಿವಾರ್ಯವೆನ್ನುವ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿದೆ. ನಿರ್ಮಾಣ ಸರಳತೆ ಹಾಗು ಸುಲಭ ಸ್ವಯಂಯಾಂತ್ರಿಕತೆ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಗಣನೀಯ ಬೆಲೆ ಇಳಿತ, ಉನ್ನತ





POLY (STYRENE DIVINYL BENZENE SULPHONIC ACID)



ಚಿತ್ರ 5 : ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಯಾನು ವಿನಿಮಯ ಪೊರೆಯ ಪರಮಾಣು ರಚನೆ.

ಮೇಲ್ಭಾಗ : ಝಿರ್ಕೋನೈಲ್ ಫಾಸ್ಫೇಟು

ಮಧ್ಯಭಾಗ : ಪಾಲಿಸ್ಟೈರೀನ್ ಡೈವಿನೈಲ್ ಬೆಂಝೀನ್ ಸಲ್ಫೊನಿಕ್ ಆಮ್ಲ

ಕೆಳಭಾಗ : ಘನ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಜಲಜನಕ-ಆಮ್ಲಜನಕದ ಇಂಧನಕೋಶದ ನಿರ್ಮಾಣ ವಿನ್ಯಾಸ.

1. ಟೆಫ್ಲಾನ್ ಮಿಶ್ರಿತ ಝಿರ್ಕೋನೈಲ್ ಪಾಸ್ಫೇಟು ಅಯಾನು ವಿನಿಮಯ ಪೊರೆ, 2. ಕಪ್ಪುಮಾಡಿದ ಪ್ಲಾಟಿನಂ ವೇಗವರ್ಧಕ, 3. ಕಪ್ಪುಮಾಡಿದ ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಹಾಗೂ ಝಿರ್ಕೋನೈಲ್ ಪಾಸ್ಫೇಟು, 3. ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಲೋಹದ ಜರಡಿ.

ಗುಣ ಮಟ್ಟ ಹಾಗು ನಂಬಿಕಾರ್ಹತೆಯನ್ನು ತಂದಿವೆ. ಜಲೀಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಗರಿಷ್ಠ 30ರಿಂದ 300 ದಿವಸಗಳ ಜೀವಾವಧಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಚಿರಂಜೀವಿಗಳೆನಿಸುತ್ತವೆ ; ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕ್ರಿಸ್ತಶಕ 1957ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ನೌಕಾರಕ್ಷೋಪಕರಣ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯು ತಯಾರಿಸಿದ $Ag/Rb\ Ag_4I_5/RbI_3$ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ ಇನ್ನೂ ಜೀವಂತವಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ದೀರ್ಘಕಾರ್ಯಾವಧಿ ಹಾಗು ಆಕಸ್ಮಿಕ ದುರುಪಯೋಗದ ನಂತರವೂ ಪುನರುಜ್ಜೀವಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಈ ಕೋಶಗಳು ಪವನಶಾಸ್ತ್ರ ದೂರಸಂಪರ್ಕ ಮುಂತಾದ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಹಾಗು ನಿಯತಕಾಲಿಕ ಸಂದೇಶವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಜನಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ನೂರಾರು ಗಂಟೆಗಳ ಸತತ ಬಳಕೆಯ ನಂತರವೂ ಕುಗ್ಗದ ಅವುಗಳ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡ, ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಗೈಗರ್ ಮಾಪಕದಂತಹ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ್ಯೂ ಅಲ್ಪ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಬಳಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಶ್ಚೇತನ–ಪುನಶ್ಚೇತನ ವರ್ತುಲಗಳು ಹಾಗು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಸೋಡಿಯಂ–ಗಂಧಕದ ಕೋಶಗಳಿಂದ ಕಾರು–ರೈಲು ಮುಂತಾದ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಓಡಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸೂರ್ಯ, ವಾಯು ಹಾಗು ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆ ಮುಂತಾದ ಅಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಪಡೆಯುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಡಲೂ, ಜಲೋಷ್ಣ ಮೂಲದ ಬೃಹತ್ ವಿದ್ಯುಜ್ಜಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಏರುಪೇರುಗಳಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಲೂ ಈ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಇಷ್ಟಾದರೂ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಲೋಪದೋಷಗಳು ಇಲ್ಲದೇ ಇಲ್ಲ. ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಘನವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳು ಅನಂತ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧವನ್ನು ಹೊಂದದೇ ಇರುವುದರಿಂದ ವಿದ್ಯುಧ್ರುವಗಳು ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕಹೊಂದಿ ಸ್ವಯಂನಿಶ್ಚೇತನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (ಪಟ್ಟಿ 2). ಬಲು ಶುದ್ಧವಾದ ಅಯಾನುವಾಹಕಗಳಾದ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳಾದರೂ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಓಮುಗಳಷ್ಟು ಅಯಾನು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ ಹೊಂದಿದ್ದು ಬಹುತೇಕ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಪ್ರಯೋಜನವಿಲ್ಲದ ಮೈಕ್ರೋ ಆಂಪೀರಿನಷ್ಟು ($0.000001A$) ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ (ಪಟ್ಟಿ 3). ಈ ಎರಡು ಅಂಶಗಳು ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಸುಮಾರು 60 ವರ್ಷ (1908–67)ಗಳ ಕಾಲ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸಿದ್ದವು. ಹಲವು ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳ ಅಲ್ಪ ವಿಭಜನೋತ್ತಡ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಿವೆ. ಕೆಲವು ಘನ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳಾದರೂ ತಮ್ಮ ಗರಿಷ್ಠ ಅಯಾನುವಹನವನ್ನು ಉನ್ನತ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದರಿಂದ (ಉದಾ : ಬೀಟಾ ಅಲ್ಯೂಮಿನಾ $300°C$, ಕಾಲ್ಸಿಯಾ ಮಿಶ್ರಿತ ಝಿರ್ಕೋನಿಯಾ $1000°C$), ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳನ್ನು ಆ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳಿಗೆ ಕಾಯಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸಲಕರಣೆ ಹಾಗು

ಶಕ್ತಿ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಗಾತ್ರ, ತೂಕ ಹಾಗು ಸಾಧನೆಗೆ ಅಡಚಣೆಯುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಘನವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಥಿರಮೇಲ್ಮೈ ವಿದ್ಯುಧೃವ–ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೇ, ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ನಿಶ್ಚೇತನಗೊಂಡಂತೆಲ್ಲಾ ಈ ಸಂಪರ್ಕ ಮತ್ತಷ್ಟು ದುರ್ಬಲಗೊಂಡು, ಅವುಗಳ (ವಿದ್ಯುಧೃವ–ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕ) ನಡುವಣ ಅಯಾನು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಕೆಲವೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಅನಪೇಕ್ಷಿತ ಆದರೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು, ವಿದ್ಯುಧೃವಗಳ ನಡುವೆ ಅಯಾನುಗಳ ಸರಾಗ ಅಲೆದಾಟ ಮುಂತಾದವು ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕದ ಭೌತಿಕ ಹಾಗು ರಸಾಯನಿಕ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಜಟಿಲಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು :

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಘನವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಮುಂದೆ ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಪಯೋಗವುಳ್ಳ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳಾಗಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಹೊಂದುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವೇನಿಲ್ಲ. ಹಲವಾರು ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧವನ್ನು MAg_4I_5 (M^+: K^+, NH_4^+, Rb^+, Cs^+) ವರ್ಗದ ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಿಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ಇಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಪ ವಿಭಜನೋತ್ತಡ, ಪ್ರಯಾಸಕರ ಅಯಾನುಪ್ರವಹನ ಮುಂತಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಇನ್ನೂ ಕಾಡುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳನ್ನು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಪರಿಹರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ದೃಢವಿಶ್ವಾಸ–ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳೆರಡೂ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾಗಿವೆ.

* ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಸಂಕೇತಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ (ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ) ಧನ ವಿದ್ಯುಧೃವ, ವಿದ್ಯುದ್ರಾವಕ ಹಾಗು ಋಣಧೃವಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

1	A. K. Vijh	Electrochemistry of Metals and semiconductors, Marcel Dekker. New York, 1973.
2	S. Geller (Editor)	Solid Electrolytes, Volume 21, Topics in Applied Physics, Springer Verlag Berlin, 1977.
3	C. A. Hampel (Editor)	Encyclopedia of Electrochemistry, Reinhold Publishing, New York, 1964.
4	J. Hardik (Editor)	Physics of Electrolytes, Volume 1, Academic Press, London, 1972.
5	D. H. Collins (Editor)	Power Sources, Volume 3, Oriel Press Newcastle-upon Tyne, 1971
6	—	Proceedings of Annual Power Sources Conference, Volumes 17, 21 and 22 Red Bank, New Jersey USA, 1963 1967 & 1968.

ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ

1979ರ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕಗಳು

1 ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕ ಈ ಬಾರಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಅಬ್ದುಸ್ ಸಲಾಮ್, ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸ್ಟೀವೆನ್ ವೀನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಶೆಲ್ಡನ್ ಗ್ಲಾಷೊ ಅವರಿಗೆ ಅದೃಢ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲಗಳ ಏಕತೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದುದಕ್ಕಾಗಿ ದೊರೆತಿದೆ. ಏಕೀಕೃತಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರ ಕನಸು. ಸಲಾಮ್, ವೀನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಗ್ಲಾಷೊ ಅವರ ಸಾಧನೆ ಆ ಕನಸನ್ನು ನನಸುಮಾಡುವುದರತ್ತ ಇಟ್ಟ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹೆಜ್ಜೆ.

ನಮ್ಮನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಕಟ್ಟಿಹಾಕಿರುವುದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ; ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ, ಬಣ್ಣಗಳ ಬಿತ್ತಾರಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ; ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿರುವುದು ದೃಢ ಬಲ; ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಗೆ, ನಕ್ಷತ್ರ ಸಿಡಿತಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅದೃಢ ಬಲ. ಈ ಬಲಗಳ ಸಮನ್ವಯವೆ ಏಕೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲಕ್ಕು ಮೇಲು ನೋಟಕ್ಕೆ ಕಾಣುವ ಸಾಮ್ಯದಿಂದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರು ಏಕೀಕೃತಕ್ಷೇತ್ರ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಕನಸು ಕಂಡರು. ಅವರು ಐವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರೂ ಯಾವ ಯಶಸ್ಸನ್ನೂ ಗಳಿಸಲಿಲ್ಲ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಮತ್ತು ಅದೃಢ ಬಲಗಳ ನಡುವೆ ಸಮಾನತೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ಕಂಡವರು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸ್ವಿಂಗರ್. ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಒಂದು ಫೋಟಾನನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಿದಾಗ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ವಿನಿಮಯ ಆಗುವ ಸ್ಪಿನ್ ಒಂದು $\hbar$. ಬೀಟಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದಾಗ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ವಿನಿಮಯ ಆಗುವ ಸ್ಪಿನ್ನೂ ಒಂದು $\hbar$. ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಫೋಟಾನಿನ ವಿಶ್ರಾಂತಿ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಸೊನ್ನೆ, ಅದೃಢ ಬಲಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಮಧ್ಯಸ್ಥ ಸದಿಶ ಬೋಸಾನುಗಳ ವಿಶ್ರಾಂತಿ ದ್ರವ್ಯಾಂಶ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚು. ಒಂದು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಂಶ ವಿನಿಮಯ

ಆಗುವುದಿಲ್ಲ, ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತದೆ; ಒಂದರಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಿಟಿ ಪಾಲನೆ ಆಗುತ್ತದೆ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೊಂದಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ವಿವರಿಸುವ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಾಂತ ಒದಗಿಸಬೇಕು.

ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸಲಾಮ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ವೀನ್‌ಬರ್ಗ್ ಅವರು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಮತ್ತು ಅದೃಢ ಬಲಗಳ ಸಮನ್ವಯ ಸಾಧಿಸಲು ಧನ, ಋಣ ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ($W^{\pm}, Z^{\circ}$) ಮಧ್ಯಸ್ಥ ಬೋಸಾನುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದ ಫೋಟಾನು ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಸ್ಥ ಬೋಸಾನುಗಳು ಒಂದೇ ಸಂಸಾರಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಕಣಗಳು ಎಂಬುದು ದೃಢಪಟ್ಟಿತು. $W^{\pm}$ ಬೋಸಾನುಗಳು ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; Z° ಬೋಸಾನು ಬೀಟಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಚದರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯಸ್ಥಿಕೆ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. 1973ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕ = ಮತ್ತು ಯೂರೋಪಿನ ಪ್ರೌಢಶಕ್ತಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕಗಳ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಚದರಿಕೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು Z°ಯ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ರುಜುವಾತುಪಡಿಸಿದವು. 1981–82ರಲ್ಲಿ $W^{\pm}$ ಮತ್ತು Z° ಬೋಸಾನುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಸಿದ್ಧತೆಗಳಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸಲಾಮ್ ಅವರು 1926ರಲ್ಲಿ ಅವಿಭಜಿತ ಪಂಜಾಬಿನ ಝುಂಗ್ ಎಂಬ ಊರಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದರು. ಅವರ ಪೂರ್ವಜರು ಭಟ್ಟಿ ರಜಪೂತ ಬುಡಕಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿದವರು. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ತರಗತಿಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಪ್ರೌಢಶಾಲೆಯ ಅಂತಿಮ ತರಗತಿಯ ವರೆಗೆ ಮೊದಲನೆಯ ಜಾಗವನ್ನು ಸಲಾಮ್ ಬೇರೆಯವರಿಗೆ ಬಿಟ್ಟುಕೊಡಲಿಲ್ಲ; ಮುಂದೂ ಅಷ್ಟೆ. 1940ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇಡಿ ಪ್ರಾಂತ್ಯದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯವರಾಗಿ ಉತ್ತೀರ್ಣರಾದರು. ಆ ವಿಜಯವನ್ನು ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತ ಸಲಾಮ್, "ಆ ದಿನ ಇಂದಿಗು ನನ್ನ ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿದೆ. ಫಲಿತಾಂಶ ನಮ್ಮ ಊರನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ನಾನು ಕ್ಷೌರಮಾಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದೆ. ಹೊಸದಾಗಿ ಕೆಲಸ ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದ ನಾಯಿಂದ ತನ್ನ ಕೈಚಳಕವನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ನಾನು ಒಬ್ಬ ಕೊಜಾಕ್ ಅಥವ ಬೌದ್ಧ ಸನ್ಯಾಸಿಯಂತೆ ಕಾಣುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದ್ದ. ಇದರಿಂದ ತುಂಬ ಮುಜಗರವಾಗಿ ನಾನು ನುಣುಪಾಗಿ ಬೋಳಿಸಿದ್ದ ತಲೆಯನ್ನು ಒಂದು ಬಿಳಿ ಕರವಸ್ತ್ರದಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು, ಮೆ ತಿಂಗಳ ಆ ಸುಡು ಬಿಸಿಲಲ್ಲಿ, ಪೇಟೆ ಬೀದಿಯಲ್ಲಿ ಸೈಕಲ್ ತುಳಿಯುತ್ತ ಮನೆಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತಿದ್ದೆ. ಪಂಜಾಬಿನಾದ್ಯಂತ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕುಳಿತಿದ್ದ ಸುಮಾರು 40,000 ಮಂದಿ ಅಭ್ಯರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯವನಾಗಿ ಪಾಸುಮಾಡಿ ಝುಂಗಿಗೆ ಕೀರ್ತಿತಂದ ಹುಡುಗನನ್ನು ಅಭಿನಂದಿಸಲು ಜನರು, ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಅಂಗಡಿಯವರು, ಎರಡೂಕಡೆ ಸಾಲಾಗಿ ನಿಂತಿದ್ದರು", ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಂಟರ್ ಮೀಡಿಯೇಟ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಪರೀಕ್ಷೆ, ಬಿ.ಎ., ಎಮ್.ಎ., ಪರೀಕ್ಷೆ ಎಲ್ಲದರಲ್ಲು ಮೊದಲ

ಸ್ಥಾನ ಅವರದಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲವಾಗಿ ಪಂಜಾಬ್ ಸರ್ಕಾರ ಅವರಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನ ಕೊಟ್ಟು ಮುಂದಿನ ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕಾಗಿ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಕ್ಕೆ ಅವರನ್ನು ಕಳಿಸಿತು. ಗಣಿತವೆ ಅವರ ವ್ಯಾಸಂಗದ ಪ್ರಧಾನ ವಿಷಯವಾಗಿದ್ದರೂ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜಿನಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವನ್ನೂ ಕಲಿತು 1948ರಲ್ಲಿ ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಎರಡರಲ್ಲೂ ಪ್ರಥಮ ದರ್ಜೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಸುಮಾಡಿ ಆನರ್ಸ್ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಮುಂದೆ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜಿನಲ್ಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದು 1951ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಿನ್ಸಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿರುವ ಮುಂದುವರಿದ ವ್ಯಾಸಂಗ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನ ಪಡೆದು ಅಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಓಪನ್ ಹೀಮರ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿದರು. ಅದೇವರ್ಷ ಅವರು ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜಿನ ಅವರ ಕಾಲೇಜಿನ ಫೆಲೊ ಆಗಿ ಆಯ್ಕೆಯಾದರು. ಮುಂದಿನ ವರ್ಷ ಅವರು ಪಾಕಿಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಪಂಜಾಬ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಗಣಿತದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರೂ ಮತ್ತು ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರೂ ಆಗಿ ಅಧಿಕಾರ ವಹಿಸಿಕೊಂಡರು. 1954ರಲ್ಲಿ ಗಣಿತದ ಉಪನ್ಯಾಸಕರಾಗಿ ಅವರು ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದರು. 1957ರ ಜನವರಿಯಲ್ಲಿ ಲಂಡನ್ನಿನ ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾದರು. ಅವರು ಅಲಂಕರಿಸಿದ ಪೀಠ ಅನ್ವಯ ಗಣಿತದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರದಾಗಿತ್ತು. ನಂತರ ಅದಕ್ಕೆ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರ ಪೀಠ ಎಂದು ನಾಮಕರಣವಾಯಿತು.

ಸಲಾಮ್ ಅವರು ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಫೆಲೊ ಆಗಿ ಆಯ್ಕೆಯಾದಾಗ ಅವರಿಗೆ ಕೇವಲ 31 ವರ್ಷ ಆಗಿತ್ತು. ಹಾಫ್‌ಕಿನ್ಸ್ ಬಹುಮಾನ, ಆಡಮ್ಸ್ ಬಹುಮಾನ, ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಸ್ ಬಹುಮಾನ, ಹ್ಯೂಸ್ ಪದಕ—ಹೀಗೆ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದು ಬಹುಮಾನಗಳು ಅವರಿಗೆ ದೊರೆತವು. 1964ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಇಟಲಿ ದೇಶದ ಟ್ರೀಸ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಆದರು, ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸಂಸ್ಥಾಪಕರೂ ಸಲಾಮ್ ಅವರೆ. ಲಂಡನ್ ಮತ್ತು ಟ್ರೀಸ್ಟಿ ಎರಡೂ ಕಡೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ಹುದ್ದೆಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಪಾಕಿಸ್ಥಾನದ ಸರ್ಕಾರ ಅವರಿಗೆ ಪ್ರೈಡ್ ಆಫ್ ಪರ್‌ಫಾರ್ಮೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟಾರ್ ಆಫ್ ಪಾಕಿಸ್ಥಾನ್ ಪದಕಗಳನ್ನು ನೀಡಿ ಅವರನ್ನು ಸನ್ಮಾನಿಸಿದೆ. ಅವರು ಪಾಕಿಸ್ಥಾನದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಆಯೋಗದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರೂ ಆಗಿದ್ದಾರೆ.

ಸಲಾಮ್ ಅವರು ಮೂಲಭೂತ ಕಣಗಳ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಹೆಸರು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಒಮೆಗ ಮೈನಸ್ ಕಣದ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಅವರು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಕೀರ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಪಾಕಿಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕ ಪಡೆದ ಮೊದಲಿಗರು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಅಬ್ದುಸ್ ಸಲಾಮ್ (ಪಾಕಿಸ್ಥಾನದ ಹೈಕಮೀಷನರ್ ಅವರು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸಲಾಮ್, ಅವರ ಬದುಕು ಮತ್ತು ಸಾಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಸಂ.)

ಪ್ರೊ. ಶೆಲ್ಡನ್ ಗ್ಲಾಷೊ ಮತ್ತು ಪ್ರೊ. ಸ್ಟೀವನ್ ವೀನ್‌ಬರ್ಗ್ ಇಬ್ಬರೂ ಚಿಕ್ಕಂದಿನಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಓದಿದವರು. ಇಬ್ಬರೂ 46 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದವರು. ಬ್ರಾನ್ಕ್ಸ್ ಪ್ರೌಢಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕಲಿತರು, ಕಾರ್ನೆಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಪದವಿ ಸಂಪಾದಿಸಿದರು. ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಜೂಲಿಯನ್ ಶ್ವಿಂಗರ್ ಇವರಿಬ್ಬರ ಗುರುಗಳು. ಅದೃಢ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲಗಳ ನಡುವೆ ಆಳವಾದ ಸಾಮರಸ್ಯ ಇರಬಹುದೆಂದು ಯೋಚಿಸಿದ್ದವರಲ್ಲಿ ಶ್ವಿಂಗರ್ ಕೂಡ ಒಬ್ಬರು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಶ್ವಿಂಗರ್ ಅವರಿಗೆ ಪ್ರಬಂಧ ಒಪ್ಪಿಸಿದವರು ಗ್ಲಾಷೊ ಮಾತ್ರ. ವೀನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಗ್ಲಾಷೊ ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಈಗ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಅವರು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆ ಇದ್ದು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದೂ ಉಂಟು. ದೃಢ, ಅದೃಢ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲಗಳನ್ನು ಸಮನ್ವಯಗೊಳಿಸಲು ಅವರು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

2. ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ :

ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಬೋರಾನ್ ಮತ್ತು ರಂಜಕದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಗಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಹರ್ಬರ್ಟ್ ಸಿ. ಬ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಜಾರ್ಜ್ ವಿಟ್ಟಿಂಗ್ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆತಿದೆ. ಬ್ರಾನ್ ಅವರು ಕೋಟ್ಯಾಧಿಪತಿ; ಅವರು ಸಂಪಾದಿಸಿದ ಸಿರಿಯೆಲ್ಲ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಬಂದದ್ದು. ಅವರಿಗೆ ಈಗ 67 ವರ್ಷ. ಅವರು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಲಂಡನ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ. ಅವರು ಎರಡು ವರ್ಷದ ಕೂಸಾಗಿದ್ದಾಗ ಅಮೆರಿಕಕ್ಕೆ ಬಂದವರು. ಅವರ ಬಾಲ್ಯದ ದಿನಗಳು ಬಡತನದಲ್ಲಿ ಕಳೆದವು. ಮುಂದೆ ಅವರ ಹೆಂಡತಿಯಾಗಲಿದ್ದ ಹುಡುಗಿ ಒಮ್ಮೆ ''Hydrides of Boron and silicon'' ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಬಹುಮಾನವಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕವೆ ಅವರನ್ನು ಬೋರೇನುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದು.

1930ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಚಿಕಾಗೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬ್ರಾನ್ ಸಂಶೋಧನೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಾಗ ಬೋರೇನುಗಳು (ಬೋರಾನ್ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು) ಅಪರೂಪವಾಗಿದ್ದವು. ಅವರು ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ತೊಡಗಿದ ಮೇಲೆ ಬಹುಮುಖ ಉಪಯೋಗವುಳ್ಳ ಅನೇಕ ಬೋರೇನುಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳು ಕ್ರಿಮಿನಾಶಿಕ ಮತ್ತು ಔಷಧಿಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ವಿಟ್ಟಿಂಗ್ ಕಿವುಡರು. ಅವರಿಗೀಗ 83 ವರ್ಷ. ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಭರವಸೆ ಅವರಿಗೆ ಇರಲೆ ಇಲ್ಲ. ಅವರು ಪಶ್ಚಿಮ ಜರ್ಮನಿಯ ಹೀಡಲ್‌ಬರ್ಗ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿದ್ದರು. 1954ರಷ್ಟು ಹಿಂದೆಯೆ

ಅವರು "ವಿಟ್ಟಿಂಗ್ ರೀಏಜೆಂಟ್" ಎಂಬ ರಂಜಕದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿಗೆ ಹೆಸರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ವಿಟಮಿನ್ ಎ ಯ ರಾಶಿ ತಯಾರಿಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಔಷಧ ಸೇರಿಕೆಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬ್ರೌನ್ ಮತ್ತು ವಿಟ್ಟಿಂಗ್ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತುಂಬ ಸಹಾಯಕವಾಗಿವೆ.

3. ಔಷಧಿ ಮತ್ತು ಶರೀರ ವಿಜ್ಞಾನ:

ಔಷಧಿ ಮತ್ತು ಶರೀರ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಿಕ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ EMI ಕಂಪನಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಜಿನಿಯರ್ ಆಗಿರುವ ಡಾ॥ ಜಿ. ಹೌನ್ಸ್‌ಫೀಲ್ಡ್ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕದ ಟಫ್ಟ್ಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿರುವ ಆಲನ್‌ಕೋರ್‌ಮ್ಯಾಕ್ ಅವರಿಗೆ CAT (Computer-Assisted Tomography) ಪರಿಶೀಲಕವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ತಂದಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ದೊರೆತಿದೆ. ಈ ಉಪಕರಣದಿಂದ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ನೆರವಿಲ್ಲದೆ ಮನುಷ್ಯನ ಶರೀರದ ಒಳಭಾಗವನ್ನೆಲ್ಲ ನೋಡಬಹುದು.

60 ವರ್ಷದ ಹೌನ್ಸ್‌ಫೀಲ್ಡ್ ಅವಿವಾಹಿತರು. ಅವರು ಬೆಳೆದುದು ಒಂದು ಕೃಷಿ ಹಿಡುವಳಿಯಲ್ಲಿ. ಬೇಸರಿಕೆಯಾದಾಗ ಅವರು ಯಾವುದಾದರು ಒಂದು ವಸ್ತು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ಆಲೋಚಿಸಿ ಒಂದು ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಅವರು ಪರಿಶೀಲಕದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡದ್ದು ಎಲ್ಲೋ ಅಲೆದಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ, 1969ರಿಂದ 1972ರವರೆಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ 1974ರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಶರೀರದ ಪರಿಶೀಲಕವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದರು. ಈಗ ಅವರು ನಾಲ್ಕನೆ ತಲೆಮಾರಿನ ಉಪಕರಣದ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಕೋರ್‌ಮ್ಯಾಕ್ ಅವರಿಗೆ 55 ವರ್ಷ. ಅವರು ನಿಜವಾದ ದಂತ ಗೋಪುರದ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಅವರು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು, ಬೆಳೆದದ್ದು ದಕ್ಷಿಣ ಆಫ್ರಿಕದಲ್ಲಿ. ಅವರ ಮೊದಲ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ನಡೆದದ್ದು ಕೇಪ್‌ಟೌನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ. ಅವರು ಒಮ್ಮೆ ಆರು ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಅಸ್ವಸ್ಥರಾಗಿ ಕೇಪ್‌ಟೌನ್ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಮಲಗಿದ್ದರು. ಆಗ ಅವರಿಗೆ ಪರಿಶೀಲಕದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯು ಅರಿವಾಯಿತು. 1956ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಆಫ್ರಿಕವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಅಮೆರಿಕಕ್ಕೆ ಬಂದು ನೆಲಸಿದರು ಮತ್ತು ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳು ಕಳೆದಮೇಲೆ ಅಮೆರಿಕದ ಪೌರತ್ವವನ್ನು ಪಡೆದರು. 1963ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಬರೆದ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಕದ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭಾವ ಅಡಕವಾಗಿತ್ತು. 1970ರಲ್ಲಿಷ್ಟೆ ಅವರಿಗೆ ಒಂದು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಕಂಪನಿ ಪರಿಶೀಲಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುದು ತಿಳಿದದ್ದು.

ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ 2000 CAT ಪರಿಶೀಲಕಗಳಿವೆ. ಇವು ಬಲು ದುಬಾರಿ ಉಪಕರಣಗಳು. ಇವುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ ಚರ್ಚೆ ನಡೆಯುತ್ತಲೂ ಇದೆ.

ಈ ಪರಿಶೀಲಕ ಕೂಡ ಒಂದು ಎಕ್ಸ್–ರೆ ಯಂತ್ರವೆ. ಅದು ಶರೀರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅನೇಕ ಕೋನಗಳಿಂದ ತೆಗೆಯುತ್ತದೆ ಈ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಕಾಂಪ್ಯೂಟರ್ ಮೂರು ಆಯಾಮಗಳ ಪ್ರತಿರೂಪವನ್ನು ಮಾಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಓದುಗರ ಪತ್ರಗಳು

೧ ಆರ್. ಎವರ್ ಗರ್ಜಿ, ಧಾರವಾಡ-3, ಆಗಸ್ಟ್ 6, 1979.

ವುಲ್ಫ್‌ಗಾಂಗ್ ಪೌಲಿ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ತಪ್ಪಾಗಿದೆ ಯೆಂದು ನನ್ನ ಅನಿಸಿಕೆ (ಸಂಪುಟ 10, ಸಂಚಿಕೆ 4. 197೮) 4ನೇ ಪುಟದ ಕೊನೆಯ ಪ್ಯಾರಾದಲ್ಲಿ ಬರೆದಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು 'ಸ್ಪಿನ್ನನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಸ್ಪಿನ್ನನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಒಂದು ಭಾಗ'.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಒಂದು ಭಾಗವಲ್ಲ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳು ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ದೃಷ್ಟಾಂತಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇವೆ. ಒಂದೊಂದರ ಸ್ಪಿನ್ನು $1/2\hbar$. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳು ಆವರ್ತನ ಚಲನೆ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗವೂ (angular momentum) ಉಂಟು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯದ ಸ್ಪಿನ್ನು ಎಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾನುಗಳ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗಗಳ ಒಂದು ಸದಿಶ ಮೊತ್ತ. ಇದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲು ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ಗಣಿತಮಾರ್ಗಗಳುಂಟು. ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳ ಸ್ಪಿನ್ನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳ ಸ್ಪಿನ್ನಿನ ಬಗ್ಗೆ ಮೊದಲು ಯೋಚಿಸಿದವರು ವುಲ್ಫ್‌ಗಾಂಗ್ ಪೌಲಿ. (Pauli, W., Naturwiss. 12, 741, 1924). ಇದನ್ನು ಮನದಟ್ಟು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಆರ್. ಬಿ. ಲೈಟನ್ ಅವರ Principles of modern Physics (McGraw–Hill Book Company, INC. 1959) ನೋಡಬಹುದು. P. 206.... It was suggested by Pauli (1924) that certain features of the so called hyperfine structure of the spectral lines of some elements might be explained in terms of an intrinsic angular momentum and magnetic moment in the nucleus of the atom. ಬೇರೆ ಪುಸ್ತಕ ಗಳಲ್ಲೂ ಇಂಥ ಪ್ರಸ್ತಾಪ ಬರುವುದುಂಟು.

೨ ಶ್ರೀ ಪಿ. ಅನಂತರಾಜ, ಹಾಸನ, ಆಗಸ್ಟ್ 4, 1979.

"ಜೀವನ ವಿಚಾರ – ಒಂದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ"

ಶ್ರೀಯುತ ಆರ್. ವೆಂಕಟೇಶ್ ಅವರ "ಜೀವನ ವಿಚಾರ"* ಎಂಬ ಲೇಖನವು

* ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ; ಸಂಪುಟ ೧೦ ಸಂಚಿಕೆ೪-ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ.

ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅಂದುಕೊಂಡಿದ್ದರೆ ಅದು ತೀವ್ರ ಭ್ರಮನಿರಸನಕರವಾಗಿದೆ ಎಂದು ವಿಷಾದದಿಂದ ಹೇಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಜೀವನ ವಿಚಾರ ಅನಂತ ವಿಚಾರಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದ್ದು, ಇದು ಕೇವಲ ಹಿಮಾಲಯವನ್ನಗೆದು ಇಲಿಯನ್ನು ಹೊರಹಾಕಿದಂತಾಗಿದೆ. ಈ "ಜೀವನ ವಿಚಾರಗಳು" ಬಾಲಿಶ, ಅಕಾಲಿಕ, ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ, ಅರೆ ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಅಸಂಗತಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ.

ಭೂಗರ್ಭಶಾಸ್ತ್ರ, ಶಿಲ್ಪಶಾಸ್ತ್ರ, ಕೃಷಿಶಾಸ್ತ್ರ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಇತ್ಯಾದಿ ಯಾವ ಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಆಗಲಿ ''ರೂಪಾಂತರ ಶೀಲತೆಯನ್ನು ಜೀವನ" ಎಂದು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಹೇಳಿಲ್ಲ. "ಕಲ್ಲನ್ನು" ಸುತ್ತಿಗೆಯಿಂದ ಬಡಿದು "ಮಣ್ಣು" ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ರೂಪಾಂತರವೇ ಹೊರತು "ಜೀವನ" ವಾಗಲೀ "ವಿಚಾರ''ವಾಗಲೀ ಆಗದು. ಬಾಹ್ಯ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಜರುಗಲಾರದುದಾದುದರಿಂದ ಇದು ಜೀವನ ಅಥವಾ ಜೀವಂತಿಕೆಯ ಪ್ರದರ್ಶನವಾಗಲಾರದು. ಉಸಿರಾಟವೇ ಜೀವನದ ಲಕ್ಷಣ ವಾದಲ್ಲಿ ಸೈಕಲ್‌ಪಂಪು, ಗಾಳಿಯೊತ್ತಡ ಪಂಪು ಹಾಗೂ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೃದಯವನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪಕರಣಗಳೂ ಸಹ ಜೀವಂತವಾದಾವು! ವಿವೇಚನಾ ಶಕ್ತಿಯೇ ಜೀವನದ ಮುಖ್ಯಲಕ್ಷಣ. ಅಂದರೇ ಜೀವನದ ಲಕ್ಷಣಗಳೇ ಬೇರೆ, ವಿಚಾರಗಳೇ ಬೇರೆ. ಅಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಈ ಲೇಖನ ಜೀವನ ವಿಚಾರದ ಬಗೆಗಿನ ವಿಸ್ತೃತ ಪ್ರಬಂಧವಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಮಾತ್ರ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುವುದೂ ಸಹ ಜೀವಂತಿಕೆಯ ಲಕ್ಷಣ!

ಡಾರ್ವಿನ್ನನ ವಿಕಾಸವಾದವು "ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಮಾಣಾರ್ಹ ಸಂಗತಿಯಲ್ಲ. ಕೋಟ್ಯಾಂತರ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗಿರಬಹುದಾದ (!) ವಿಕಾಸ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಮಾಣವಲ್ಲವೆಂಬುದು ಸರ್ವವಿದಿತ. ಡಾರ್ವಿನ್ನನ ವಿಕಾಸವಾದವೇ ವಿಶ್ವದ ಉನ್ನತ ವೇದಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟು "ಇದಮಿತ್ಥಂ" ಎಂದು ಯಾವ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೂ ಬರದೆ ಇಂದಿಗೂ ತಜ್ಞರತಲೆ ತಿನ್ನುತ್ತಿರುವ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ.

"ಅಣುವಿಕಿರಣ ಅಥವಾ ಅಣು ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ-ವಿಯೋಜನೆಯೇ ಜೀವನ" ಎಂಬುದೂ ಸಹ ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಬಾಲಿಶವಿಚಾರವಾಗಿದೆ. ಸಂಯೋಜನೆ–ವಿಯೋಜನೆಗೊಳಗಾಗುವುದು ಕೇವಲ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಹೊರತು ಅಣು-ಪರಮಾಣು ಗಳಲ್ಲ! ಇಷ್ಟಕ್ಕೂ ಸಂಯೋಜನೆ ವಿಯೋಜನೆಗಳೇ ಜೀವನವೂ ಅಲ್ಲ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳಿಂದ ಉದ್ಭೂತವಾಗುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಯೋಗ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿನಿಯೋಗಿಸಿದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಜೀವನ ಸಾಧ್ಯ. ಇಲ್ಲವಾದಲ್ಲಿ ಅದು ಜೀವನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಕೇವಲ ವಿನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕೃತಿಯ ಸಾಧನಸಂಪತ್ತನ್ನು ತನ್ನ ಉಪಭೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುವುದು ಮಾನವನ ನಿಶ್ಚಿತ ಜ್ಞಾನದ ಹೆಗ್ಗಳಿಕೆಯೇ ಹೊರತು ಕೇವಲ ಪುಂಡಾಟಿಕೆಯಲ್ಲ. ಮಾನವ ತನ್ನ ವಿವೇಚನಾಶಕ್ತಿಯಿಂದ ತನ್ನ ಜೀವನವನ್ನು ಸಹ್ಯವಾಗಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾ ನಲ್ಲದೇ, ಪ್ರಕೃತಿಗೆ ಅಂಜಿ ಓಡುತ್ತಿದ್ದ ಅನಾದಿ ಪುರುಷನಂತಲ್ಲ. ಇಂದಿನ ಸುಖೀ

ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮಾನವನ ಧೈರ್ಯ, ಸ್ಥೈರ್ಯ, ಸಾಹಸ, ತ್ಯಾಗ ಹರಿತ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯ ಮನೋಭಾವಗಳೇ ಕಾರಣವಲ್ಲದೇ, ಅವು ಸುಲಿದಬಾಳೆಯ ಹಣ್ಣಿನಂತೆ ಮಾನವನ ಉಪಭೋಗಕ್ಕೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಒದಗಿಬರಲಿಲ್ಲ. ಅಂದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಕೃತಿ ಪುರುಷ ಭೋಗ್ಯ ವಸ್ತುವೇ ತಾನೇ !

"ಪರೋಪಕಾರಃ ಪುಣ್ಯಾಯ। ಪಾಪಾಯ ಪರಪೀಡನಂ ||" ಎಂದರೆ ಪುಣ್ಯ ಪಾಪಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವವರು ಯಾರು? ಪಾಪಕ್ಕೂ ಪುಣ್ಯಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಲಕ್ಷ್ಮಣರೇಖೆ ಇದೆಯೇ? ಇದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಎಳೆದವರು ಯಾರು? ಈ ರೇಖೆ ಸಾರ್ವಕಾಲಿಕವೇ, ಸರ್ವಸಮ್ಮತವೇ? ಇದನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಿರ್ಮಿಸಿದವನು "ಕ್ಷುಲ್ಲಕ ಮನುಷ್ಯ ಪ್ರಾಣಿ"ಯೇ ಅಲ್ಲವೇ? ಇವು ಈ ಕ್ಷುಲ್ಲಕ ಪ್ರಾಣಿಯ ಕ್ಷುಲ್ಲಕ ವಿಚಾರಗಳೇ ಅಲ್ಲವೇ? ಇಂತಹವು ಜೀವನ ವಿಚಾರಗಳು ಹೇಗಾದಾವು?

"ಸೃಷ್ಟಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾವಲೋಕನ ಮಾನವನು ಅತಿ ನಿಕೃಷ್ಟನಾಗಿರುವುದನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿದೆ" ಎಂದಿರುವುದು ಸರ್ವಥಾ ಅಗ್ರಾಹ್ಯ. ಕೇವಲ ಬೆರಳೆಣಿಕೆಯ ಸ್ವಾರ್ಥಿ, ಸಂಕುಚಿತ ಮನೋಭಾವದ ಮಾನವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಇಡೀ ಮಾನವಕುಲದ ಮೌಲ್ಯ ಮಾಪನ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಸ್ವಾರ್ಥ-ಪರಾರ್ಥಗಳು ಏಕದೇಹಿ–ದ್ವಿಶಿರಿ ಪ್ರಾಣಿಯಂತೆ, ಒಂದೇ ನಾಣ್ಯದ ಎರಡು ಮುಖಗಳಂತೆ. ಒಕ್ಕಲಿಗನು ಹಕ್ಕಿಗಳು ಕಾಳು ತಿನ್ನುವುವೆಂದು ಹೆದರಿ ಬೆಳೆಯನ್ನೇ ಬೆಳೆಯದಿದ್ದರೆ ಜೀವನ ಹೇಗೆ? ಶೀತವಾಯಿತೆಂದು ಮೂಗನ್ನೇ ಕೊಯ್ಯುವರೇ? ಒಂದು ವಿಮಾನ ಅಪಘಾತಕ್ಕೀಡಾಯಿತೆಂದು ವಿಮಾನಯಾನವನ್ನೇ ರದ್ದುಗೊಳಿಸಲಾದೀತೇ? ನಿಜಕ್ಕೂ ಮಾನವನು ಅಯೋಗ್ಯನಲ್ಲ—ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಮಾನವರು ಮಾತ್ರ ಅಯೋಗ್ಯರು.

ಉಲ್ಲೇಖಿತ ಲೇಖನದ ಈ ಖಂಡನಾರ್ಹ ವಿಷಯಗಳನ್ನುಳಿದು, ಉಳಿದ ವಿಷಯ ನಮ್ಮ ಇಂದಿನ ಸ್ವಾರ್ಥಿ ರಾಜಕಾರಣಿಗಳ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸರ್ವದಾ ತೆರೆಯಿಸ ತಕ್ಕುದಾಗಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯೊಡನೆ ಮಾನವ, ಅಲ್ಲಲ್ಲ, ರಾಜಕಾರಣಿಗಳು ಚೆಲ್ಲಾಟ ವಾಡುತ್ತಿರುವುದು ಅಕ್ಷರಶಃ ನಿಜ. ಉದಾ: "ನಿಶ್ಯಬ್ದ ಕಣಿವೆಯೋಜನೆ" (Silent Valley Project) ಯನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಎಲ್ಲಾ ವೇದಿಕೆಗಳಿಂದಲೂ ಖಂಡಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ ಸಹ ಹಠಮಾರಿಗಳು ಈ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ ವೆಂದಿರುವುದು ವೇದನೀಯ. ವಿಶ್ವದ ಪರಿಸರವನ್ನೇ ಹಾಳುಗೆಡವಿ ಡ್ಯಾಮೋಕ್ಲಿಸನ ಕತ್ತಿ (ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್?) ತನ್ನ ತಲೆಯ ಮೇಲೆ ಸದಾ ತೂಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಕೆಣಕಿ, ಕಾಡಿಸಿ ಪೀಡಿಸಿ, ಪ್ರಕೃತಿ ಮುನಿದ ಮಾರಿಯಾದಾಗ ಅಸಹಾಯಕನಾಗಿ ಕೈ ಚೆಲ್ಲುವ ವಾಮನನಾಗದೇ ತನ್ನ ಕುಲವನ್ನು ತಾನೇ ಕಡಿಯುವ ಪರಶುರಾಮನ ಕೊಡಲಿಯಾಗದೇ, ಭಸ್ಮಾಸುರನಾಗದೇ ನಿಜವಾದ ಜೀವನ ವಿಚಾರವನ್ನು ಇನ್ನು ಮುಂದಾದರೂ ಆಚರಿಸುವನೆಂದು ಆಶಿಸಬಹುದೇ? ಓಂ ಶಾಂತಿ ಶಾಂತಿ ಶಾಂತಿಃ.

೩. ಪ್ರೊ. ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಮಾನ್ಯರೆ,

ತಮ್ಮ ಪತ್ರಿಕೆಯ 10ನೆಯ ಸಂಪುಟದ 4ನೆಯ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಆರ್. ವೆಂಕಟೇಶ್ ಎಂಬುವರ **ಜೀವನ ವಿಚಾರ** ಎಂಬ ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿ ಖೇದವಾಯಿತು. "ಲೇಖಕರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಅವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಧಾರೆಯ ಮಿಶ್ರಣದಂತಿದೆ" ಎಂಬ ಸಂಪಾದಕರ ಮಾತನ್ನು ನಾನು ಒಪ್ಪಲಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಎಷ್ಟು ಹುಡುಕಿದರೂ ಆ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ 'ವೈಜ್ಞಾನಿಕ' ವಿಚಾರಧಾರೆಯ ಸುಳಿವು ನನಗೆ ಸಿಕ್ಕಲಿಲ್ಲ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಇರುವುದೆಲ್ಲ ಜೀವವುಳ್ಳದ್ದು ಎಂಬುದು ಲೇಖಕರ (ಅ) ವಿಚಾರ ಧಾರೆಯ ತಾತ್ಪರ್ಯ. ಸೃಷ್ಟಿಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಮುಖವನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸಲು ಒಬ್ಬ ಕವಿ ಈ ಮಾತನ್ನು ಹೇಳಿದರೆ ಸುಮ್ಮನಿರಬಹುದು. ಈ ಮಾತಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸತ್ಯವನ್ನು ಆರೋಪಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅರ್ಥಹೀನ ಎಂದು ಮಾತ್ರ ಹೇಳಿದರೆ ಅದು ಅತ್ಯಂತ ಸಂಯಮದ ಮತ್ತು ಸೌಜನ್ಯದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಪನಾಶಕ್ತಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನವಿದೆ, ನಿಜ. ಆದರೆ ಅದು ವಾಸ್ತವತೆಯ ಕಡಿವಾಣಕ್ಕೆ ಅಧೀನವಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ.

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಕಾಣುವ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವುಗಳನ್ನು ಯೋಗ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯ. ವಿಶಾಲವಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಜೀವ ಮತ್ತು ನಿರ್ಜೀವ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ವಿಂಗಡಿಸುವುದು ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಸಜೀವ ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವು? ನಿರ್ಜೀವವಾದವು ಯಾವುವು? ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರುವುದು, ಪರಿಸರದಿಂದ ಅವಶ್ಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ದು ಒಳಸೇರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಅವುಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿ ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡು ಬೆಳೆಯುವುದು, ಬೇಡದ ಅಂಶವನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವುದು, ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ತನ್ನ ಜಾತಿಯ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು, ಸಂತತಿಯಿಂದ ಸಂತತಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತ ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ರೂಪತಾಳುವುದು—ಇವು ಸಜೀವ ವಸ್ತುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರೂ ಅರಿತೋ ಅರಿಯದೆಯೋ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಈ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆಯೇ ಜೀವಂತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ವೆಂಕಟೇಶ್ ಅವರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸಜೀವ ವಸ್ತುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳೇನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಿ ಅವರಿಗೆ ಖಚಿತತೆಯ ದಿಗ್ಬಂಧನ ಹಾಕಬಾರದೇನೋ. ಏಕೆಂದರೆ ಅವರು ಬರೆದಿರುವ ಮೂರು ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಸಂಗಿಕವಾಗಿ ಹೆಸರಿಸಿದ್ದಾರೆ: ಪರಿವರ್ತನಕ್ಕೊಳಗಾಗುವುದು,

ಉಪಯೋಗಿತೆ ('ಉಪಯುಕ್ತತೆ'ಗೆ ಅವರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿಕೃತ ರೂಪ), ಜೀವಪ್ಪ (being) ಇತ್ಯಾದಿ.

"ಮರ, ಮಣ್ಣು, ಕಲ್ಲು,....ಕೂಡ....ಪರಿವರ್ತನಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ ತಮ್ಮ 'ಜೀವಂತಿಕೆ' ಯನ್ನು (ಅಥವಾ ರೂಪಾಂತರ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರುವ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ 'ಉಪಯೋಗಿತೆ' (usefulness)ಯನ್ನು ತೋರುತ್ತಿದೆ!) ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತಿವೆ. ಹೀಗೆ ಡಾರ್ವಿನ್ನನ Evolution ಅಥವಾ 'ವಿಕಾಸವಾದ'ವು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಮಾಣಾರ್ಹ ಸಂಗತಿಯಾಗಿದೆ." ಈ ಮಾತುಗಳ ಅರ್ಥವಾದರೂ ಏನು? ಪರಿವರ್ತನಕ್ಕೊಳಗಾಗು ವುದು ಮತ್ತು 'ಉಪಯೋಗಿತೆ'—ಎರಡೂ ಒಂದೇನೇ? ಅದಕ್ಕೂ ಡಾರ್ವಿನ್ನನ ಎವಲ್ಯೂಷನ್‌ಗೂ ಏನು ಸಂಬಂಧ? ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ "ಸಂತಶ್ರೇಷ್ಠರೊಬ್ಬರು 'ಜಡ' ಅಂದುಕೊಂಡ 'ಮಹಿಷ' (ಎಮ್ಮೆ)ದಿಂದ ವೇದವನ್ನು ಹೇಳಿಸಿದ್ದಾರೆ" ಎಂತಹ ಅಪ್ಪಟ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಧಾರೆ! ಲೇಖನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಮನುಷ್ಯ ಪ್ರಾಣಿಯ ಅವ ಹೇಳನ ಏಕೆ? ಅದಕ್ಕೂ ಜೀವನ ವಿಚಾರಕ್ಕೂ ಏನು ಸಂಬಂಧ? "ಸೃಷ್ಟಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾವಲೋಕನ ಮಾನವನು ಅತಿ ನಿಕೃಷ್ಟನಾಗಿರುವುದನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿದೆ" ಹೇಗೆ? "ಆದರೆ ಉದಾರಳಾದ ಪ್ರಕೃತಿ ಮಾತೆಯು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ ತೋರದೆ ಇಂತಹವನನ್ನೂ ಪೋಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಳೆ." ಅವಳು ಉದಾರಳಾಗಿರದಿದ್ದರೆ ಏನು ಪ್ರತಿ ಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸಬಹುದಿತ್ತು? "ಗಿರಿಗಹ್ವರಗಳು, ನದಿಗಳು,...ಸಗಣಿ, ಮುಂತಾದ ವೆಲ್ಲವೂ ನಮಗೆ ಕಲಿಸುವ ಏಕಮೇವ ಪಾಠವೆಂದರೆ "ಪರೋಪಕಾರಃ ಪುಣ್ಯಾಯ ಪಾಪಾಯ ಪರಪೀಡನಂ" ಎಂಬುದೇ ಆಗಿದೆ. ಗಿರಿಗಹ್ವರಗಳು, ಸಗಣಿ ಮುಂತಾದವು ನಮಗೆ ಹೇಗೆ ಪಾಠ ಕಲಿಸುತ್ತವೆ. ಅರ್ಥವಿಲ್ಲದ ಇಂಥ ವಾಕ್ಯಗಳನ್ನು ಉದ್ಧರಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಇಡೀ ಲೇಖನವನ್ನೇ ಉದ್ಧರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಬದ್ಧಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಣೆ ಕೊಟ್ಟರೆ ಇನ್ನೇನು ತಾನೆ ಆದೀತು?

೪. ಶ್ರೀಮತಿ ವತ್ಸಲ ದೇಶಪಾಂಡೆ, ಗುಲ್ಬರ್ಗ

ಮಹನೀಯರೇ,

ತಮ್ಮ ಹೆಸರಾಂತ ಪತ್ರಿಕೆಯಾದ "ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ" ಸಂಪುಟ 10, ಸಂಚಿಕೆ 4ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ "ಬೆಳಕಿನ ಎರಡು ನಿಯಮಗಳು—ಒಂದು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ" ಎಂಬ ಎರಡು ಭಾಗಗಳುಳ್ಳ ಲೇಖನವು ಶ್ರೀ ಎನ್. ಎಸ್. ಶ್ರೀಗಿರಿನಾಥ ಅವರಿಂದ ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ಬೆಳಕಿನ ಎರಡು ಮೂಲಕ್ರಿಯೆಗಳಾದ-ಪ್ರತಿಫಲನ ಹಾಗೂ ವಕ್ರೀಭವನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸರಳ ವಾದ ಮತ್ತು ತಿಳಿಯಾದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮೂಡಿಸಬೇಕೆಂದು ಉದ್ದೇಶಿಸಿ ಈ ವಿಶ್ಲೇಷ ಣಾತ್ಮಕ ಪ್ರಬಂಧವು ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದನ್ನು ಓದಿದಾಗ ನನಗೆ ತೋಚಿದ ಕೆಲ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು, ತಮ್ಮ ಅವಲೋಕನೆಗಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಇಚ್ಛಿಸುತ್ತೇನೆ.

(1) ಪ್ರಕಾಶ ವಕ್ರೀಭವನದ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯಲು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬೇರೆಬೇರೆ ಸಾಂದ್ರತೆವುಳ್ಳ **ಪಾರದರ್ಶಕ** ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಮೂಲ ವಿಚಾರವು. ಲೇಖಕರು ಕೊಟ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಯು (ಕೆಸರುಮಯ ಪ್ರದೇಶ, ಕೆಸರಿಲ್ಲದ ಪ್ರದೇಶ) ಈ ಮೂಲ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಲಾರದು. **ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಗಳಲ್ಲಿ** ಭಿನ್ನತೆ ಇರಬೇಕೆಂಬ ಮಹತ್ವದ ಅಂಶವು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಪಡೆದು ಚರ್ಚಿತವಾಗದೇ ಕಡೆಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಕೊನೆಗೆ 106ನೇ ಪುಟದಲ್ಲಿ ಹಠಾತ್ತಾಗಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ವಾಕ್ಯದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಆಧಾರಭೂತವಾದ ಮೂಲ ಅಂಶಗಳನ್ನೇ ಅಲಕ್ಷಿಸುವ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಬೋಧಕರಿಗಾಗಲೀ ಮಕ್ಕಳಿಗಾಗಲೀ ಯಾವ ರೀತಿ ಪ್ರಯೋಜನ ಆದೀತು ?

(2) "ಕಾರ್ಯಕಾರಣ ಸಂಬಂಧ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವಂತೆ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದು" ಲೇಖಕರು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ. (ಪುಟ 95). ಕೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಿಯಕರನು ಚಲಿಸುವ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಘಟನೆಯು ಪ್ರಕಾಶವು ಚಲಿಸುವ ಕಾರ್ಯದ ಕಾರಣವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಅದೆಂತು ನೆರವಾಗುವದೊ, (?) ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಪ್ರಿಯಕರನ ಚಲನೆಗೂ ಬೆಳಕಿನ ಚಲನೆಗೂ ಅದಾವ ಸಾಮ್ಯವೋ ಅಥವಾ ಸಂಬಂಧವೋ. ಅರ್ಥವೇ ಆಗುವದಿಲ್ಲ. ಈ ಉದಾಹರಣೆಯು ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದ ಕ್ಲಿಷ್ಟತೆಯನ್ನು ತಂದಿದೆ. ಇಂಥ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಕ್ಕಿಂತ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಲ್ಲದಿರುವುದೇ ಲೇಸು

(3) ಬೆಳಕಿನ ಎರಡೂ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬೆಳಕು ಚಲಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ "ಕನಿಷ್ಠವೇಳೆಯ" ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿವರಣೆಯ ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲಿ ವೇಳೆಯನ್ನು ಸೂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ ನಿರೂಪಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಆದರೆ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಸಾಗಲು ಬೆಳಕು "ಗರಿಷ್ಠವೇಳೆ"ಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವದೂ ಇದೆ. "Time along the actual Path is extremum" ಎಂದು ಬೆಳಕಿನ ತತ್ವ ಇರುವಾಗ "ಕನಿಷ್ಠ ವೇಳೆ"ಯನ್ನೇ ಯಾವಾಗಲು ತತ್ವವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವದು ಪೂರ್ತಿ ಸಮರ್ಪಕ ಆಗಲಾರದು. Fermat's Principle of least time ಪ್ರಸ್ತುತ ವಿಷಯುವನ್ನು ಕಲಿಯುವ ಮಕ್ಕಳ ಅಳವಿನ ಆಚೆಯದಾಗಿದೆ ಅದು ಅವರಿಗೆ ಗೊತ್ತೇ ಇಲ್ಲ. ಒಂದು ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದ ವಿಷಯವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದ ವಿಷಯದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸುವದು ಹಿತಕರವಲ್ಲ ಹೀಗಾಗಿ ವಿಷಯ ವಿವೇಚನೆ ಅತಿಕ್ಲಿಷ್ಟ ಆಗಿದೆ. ಸುಲಭ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅನಾಯಾಸವಾಗಿ ಮನವರಿಕೆಯಾಗುವಂತೆ ಕಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದ ಈ ವಿಷಯದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಇಷ್ಟೊಂದು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಾಣಾಯಾಮ ಏಕೆ? ಇಂಥ ಪ್ರಯಾಸದ ಅಗತ್ಯವೇನು ?

(4) ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯು ತುಂಬೆಲ್ಲಾ ಗಣಿತೇಗಣಿತ. ಭೂಮಿತಿಯ ರೀತ್ಯಾ ನೇಳೆಯ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಲ್ಲಿ ಪೈಥಾಗೋರಸನ ಸಿದ್ಧಾಂತ, Sine of angleದಂಥ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. Geometrical Calculations ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿಯೇ ಎಲ್ಲ ವೇಳೆ ವ್ಯಯವಾಗುವದು. ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಮೂಲ ವಿಷಯವೇ ಮನಸ್ಸಿನಿಂದ ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಲೆಕ್ಕಗಳೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಮೂಲ ವಿಷಯವು ಗೌಣವಾಗಿದೆ. ಇದೆಂಥ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ?

(5) ಲೇಖನವನ್ನು ಮೊದಲಿನಿಂದ ಓದುತ್ತಾ ಹೊರಟಂತೆ ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ಅರ್ಥವೇ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಓದುಗ ದಿಕ್ ತೋಚದೇ ನಿಂತುಬಿಡುತ್ತಾನೆ. ಇಂಥ ದೋಷಗಳು ತಲೆ ಎತ್ತಿರುವುದು ಬರಡಾದ ವಿಷಯ ವಿವೇಚನೆಯಿಂದಲೋ, ಅಚ್ಚು ದೋಷಗಳಿಂದಲೋ, ತಿಳಿಯದು. ಇಂಥ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಪು ಸಂ.	ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿತ ವಿಷಯ	ಷರಾ (Remarks)
96	ಕೆಸರೇ ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಪಕ್ಷಿಯು ಅತಿ ಸರಳವಾಗಿ ಕನಿಷ್ಠ ವೇಳೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದ ಪಥವು *ACD* ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದಿತ್ತು.	ಹೇಳಿಕೆಯು ನಿಖರತೆಯಿಂದ ದೂರ ಅಸ್ಪಷ್ಟ
97	$\therefore AGA = 3\ DA$	ತಪ್ಪು
100	ಇದು ಮಾನವನಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ. ಒಂದೇ ಮಾನವನಿಗೇ ವಿವಿಧ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಿದರೂ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳು ನಿಗದಿಯಾದಾಗ ಕನಿಷ್ಠ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವ ಪಥವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.	1 ಅರ್ಥವೇ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ 2 ತುಂಬಾ ಕ್ಲಿಷ್ಟ 3 ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸೋದಾಹರಣವಾಗಿ ಹೊಂದಿಸಿಲ್ಲ
100	$\frac{\text{Sin i}}{\text{Sin r}}$ ಪ್ರಮಾಣ ಎರಡು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಜವದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.	ಹೇಳಿಕೆಗೆ ಆಧಾರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿಲ್ಲ

102	B ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಲಂಬರೇಖೆಯನ್ನು ಎಳೆಯೋಣ.	ಇಡೀ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಲಂಬರೇಖೆ ಎಂದು ಬರೆಯುವರು ಅದು ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಲಂಬ ಅನ್ನುವುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಒಂದು ಲಂಬ ಎಳೆಯುವದು ಯಾವ ಭೌಮಿತಿಕ ತತ್ವವೋ ತಿಳಿಯದು
102	Aಯಿಂದ Bಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಎಳೆದ ರೇಖೆಯು	ಒಂದು ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಸರಳರೇಖೆಯನ್ನು ಎಳೆಯಬಹುದೇ?
102	$A\hat{B}C$ ಪತನಕೋನ	ಶುದ್ಧ ತಪ್ಪು
103	ಪತನಕೋನವು 90° ಆದಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನಕೋನವೂ 90° ಆಗಿ ಬೆಳಕು ಬಂದ ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತದೆ.	ಬೆಳಕು ಬಂದ ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಿರುಗಬೇಕಾದರೆ ಪತನ, ಹಾಗೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ಕೋನಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಶೂನ್ಯ ಅಂಶದ್ದಿರಬೇಕು. ಅಸಂಬದ್ಧ ಹಾಗೂ ಹೇಳಿಕೆಗಳಿಗೆ ಆಸ್ಪದ ವಿರಕೂಡದು
107	ಕೊನೆಯ ಪುಟದ ಮೇಲಿನ ಕೋಷ್ಟಕ	ಈ ಅಂಶಗಳ ಮೇಲೆ ಯಾವ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನೇ ಕೊಟ್ಟಿಲ್ಲ. ಇದೊಂದು ಅನಾವಶ್ಯಕ ಹೊರೆ

ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಲೇಖನವು ಅನೇಕ ದೋಷಗಳಿಂದ ಕೂಡಿಕೊಂಡಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂಲ ಉದ್ದೇಶವೇ ಸಫಲಗೊಂಡಿಲ್ಲ. ಲೇಖಕರು ಬೆಳಕಿನ ನಿಯಮಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲುವ ಬದಲು ಅವುಗಳನ್ನು ಕತ್ತಲಲ್ಲಿ ತಳ್ಳಿದ್ದಾರೆ. ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಹುಡುಗರಿಗೆ ಒಡಿಸದು. ಗುರುಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಯದು. ಇಂಥ ಲೇಖನಗಳ ಪ್ರಕಟಣೆ ಸರಿಯಿಲ್ಲ.

ತಿದ್ದುಪಡಿ

ಶ್ರೀ ಎಂ. ಜಿ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್, ಬಿ.ಇ. ಅವರ ಲೇಖನ ''ಕಾಂಕ್ರೀಟಿನ ತಸನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ'' ದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ತಪ್ಪುಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತಿದ್ದಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಪುಟ	ಸಾಲು	ತಪ್ಪು	ಒಪ್ಪು
೪೭	೧೦	$T_{sp} - 0.[illegible]18+7\ p/s^2$	$T_{sp} = 0{\cdot}5187\ p/s^2$
೫೫	೧೨	ಭಾರ ಹೊರುವ ತಗುಂದಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಅದೇ ಭಾರ ಹೊರಲು ಸಣ್ಣ	ಭಾರ ಹೊರಲು

ನಿಧನ ವಾರ್ತೆ

ಪ್ರೊ. ಎಮ್. ಎಸ್. ಥ್ಯಾಕರ್



ಪ್ರೊ. ಎಮ್. ಎಸ್. ಥ್ಯಾಕರ್
(1904–1979)

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಂಡಳಿಯ (CSIR) ನಿವೃತ್ತ ಡೈರೆಕ್ಟರ್–ಜನರಲ್ ಪ್ರೊ. ಎಮ್. ಎಸ್. ಥ್ಯಾಕರ್ ಅವರು 1979ರ ಜುಲೈ 6ರಂದು ಮುಂಬಯಿನಲ್ಲಿ ಹಠಾತ್ತನೆ ಹೃದಯ ಕ್ರಿಯೆ ನಿಂತು ನಿಧನರಾದರು. ಅವರಿಗೆ 75 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಾಗಿತ್ತು.

ಮಾಣಿಕ್‌ಲಾಲ್ ಸಂಕಾಲ್‌ಚಂದ್ ಥ್ಯಾಕರ್ 1904ರ ಡಿಸೆಂಬರ್ 3ರಂದು ಜನಿಸಿದರು. ಅವರ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ನಡೆದಿದ್ದು ಅಹಮದಾಬಾದಿನಲ್ಲಿ, ನಂತರ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ. ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಎನಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಅವರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪರಿಣತಿ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಭಾರತಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದ ಮೇಲೆ ಕಲ್ಕತ್ತೆಯ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಸರಬರಾಜು ನಿಗಮದಲ್ಲಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. 1947ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಮತ್ತು ಪವರ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್‌ನ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇರಿ, ನಂತರ 1949ರಲ್ಲಿ ಅದರ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ಅಧಿಕಾರ ವಹಿಸಿಕೊಂಡರು.

ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ದಕ್ಷ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸಿದರು. ತಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನವಚೈತನ್ಯವನ್ನು, ಉತ್ಸಾಹವನ್ನು ತುಂಬಿ, ಅವರಿಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯನ್ನೂ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವನ್ನೂ ನೀಡಿದರು. ಅವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಅದ್ಭುತವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿದು ಇಂದು

ಅಲ್ಲಿ ಉನ್ನತಮಟ್ಟದ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಯು ದೇಶದ ಏಳಿಗೆಗೆ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಅದು ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ, ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ, ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಸರ್ಕಾರದ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದೆ. ದೇಶದ ವಿವಿಧ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ಮಹತ್ವವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮನ್ನಣೆ ಪಡೆದಿರುವ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಲು ಪ್ರೊ. ಥ್ಯಾಕರ್ ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಇಂಜನಿಯರಿಂಗ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಉನ್ನತಮಟ್ಟದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಸರಬರಾಜು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಆಧುನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶೇಷ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಿದರು. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಶಸ್ತಿ, ಪುರಸ್ಕಾರಗಳು ದೊರೆತವು. ದೇಶ, ವಿದೇಶಗಳ ವಿದ್ವತ್ಸಂಘಗಳ ಮಾನ್ಯತೆ ಪಡೆದಿದ್ದರು.

1955ರ ಆಗಸ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ಥ್ಯಾಕರ್‌ರವರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಂಡಳಿಯ (CSIR) ಡೈರೆಕ್ಟರ್–ಜನರಲ್ ಆಗಿ ಅಧಿಕಾರ ವಹಿಸಿಕೊಂಡು 1962ರ ನವೆಂಬರವರೆಗೆ ಅದೇ ಹುದ್ದೆಯಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೆ ಅಮೂಲ್ಯ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ಮುಂಬಯಿ, ನವದೆಹಲಿ ಮತ್ತು ಕಾನ್ಪುರಗಳ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪಕ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದರು. 1968ರಿಂದ 1975ರವರೆಗೆ ನವದೆಹಲಿಯ ಐ.ಐ.ಟಿ.ಯ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿದ್ದರು.

ಪ್ರೊ. ಥ್ಯಾಕರ್ ಅವರು ಯೋಜನಾ ಆಯೋಗದ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದಾಗ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪತ್ತು, ಶಕ್ತಿ, ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಉಸ್ತುವಾರಿಯನ್ನು ನೋಡಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ನಂತರ ಯೋಜನಾ ಆಯೋಗದ ಉಪಾಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿದ್ದರು. ಸರ್ಕಾರಿ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಉದ್ಯಮಗಳ ವಿಕಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ರಾಜ್ಯ ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗೆ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿ ಗಣನೀಯ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಹಾಗೂ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿದ್ವತ್ಸಂಘಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಸದಸ್ಯರಾಗಿಯೂ, ಅನೇಕ ಸಮಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗಿಯೂ ಭಾರತದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಗಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸಿದರು. ಅವರ ವಿದ್ವತ್ತಿಗೆ ಕಳಶಪ್ರಾಯವಾಗಿ 1962ರಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರ ಅವರಿಗೆ "ಪದ್ಮಭೂಷಣ" ಪ್ರಶಸ್ತಿಯನ್ನಿತ್ತು ಗೌರವಿಸಿತು.

—ಡಾ. ಪಿ. ಜಿ. ರಾಮಪ್ಪ

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೧

ಸೂಚಿ

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೭೯

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ಪುಸ್ತಕ ಲೋಕ

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ತ್ರೈಮಾಸಿಕಗಳು

★ ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ

★ ಮಾನವಿಕ ಕರ್ನಾಟಕ

★ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ನಾಟಕ

ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾ

(ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ಅಂಚೆ ವೆಚ್ಚ ಸೇರಿ)

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ	..	ನಾಲ್ಕು ರೂಪಾಯಿ
ಇತರರಿಗೆ	....	ಆರು ರೂಪಾಯಿ
ಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ	....	ಎಂಟು ರೂಪಾಯಿ

(ಆಜೀವ ಸದಸ್ಯತ್ವ : ನೂರು ರೂಪಾಯಿಗಳು)

(ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ)

ಡೈರೆಕ್ಟರ್
'ಪ್ರಸಾರಾಂಗ'
ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೫೭೦೦೦೬

Reg. No.R.N. 17176/69